

Von dem Fachbereich für Architektur der
 Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
 zur Erlangung des Grades eines
 Doktor-Ingenieurs
 (Dr.-Ing.)
 genehmigte Dissertation

von Dipl.-Ing. Udo Franz-Wilhelm Bode
 aus Bonn

1. Referent Prof. Dipl.-Ing. Berthold Burkhardt
2. Referent Prof. Dr.-Ing. Manfred Speidel

eingereicht am 31.5.2001

zugelassen am 13.6.2001

mündliche Prüfung (Disputation) am 16.1.2002

2002

(Druckjahr)

1. EINLEITUNG, Räumliche Abgrenzung, Zeitliche Abgrenzung, Methodisches Vorgehen, Stand der Forschung ... 1

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK 11

2.1.	BAUFACHLEUTE Bauhandwerker Architekt, Ingenieur und Baukünstler.....	11
	Ausbildung der Baufachleute	14
2.2.	BAUHERREN, Staat als Bauherr, Entrepreneurs, Adlige Bauherren, Privatpersonen.....	19
2.3.	BAUVERWALTUNG Bauaufsicht, Staatliche Bauförderung.....	22
2.3.1.	BRANDSCHUTZ	26
	Feuerbeständige Baumaterialien Schornsteine Brandabschnitte Brandschutzwölbungen	27
2.3.2.	STAATLICHE FÖRDERUNG VON BAUSTOFFEN UND BAUTECHNIKEN	31
	Stein- und Mauerwerksqualitäten	31
	Massivbau	32
	Massive Lehmbauten, Geschalte Massivwände, Lehmstein-, Natursteinmauerwerke,.....	33
2.4.	BAUKUNST ALS WISSENSCHAFT Baukunst.....	40
2.4.1.	BAUWISSENSCHAFT	41
	Bauwissenschaftliche Grundlagen, Baustoffe, Untersuchung an Bauten, Konstruktionen.....	43
2.5.	GEBÄUDESTRUKTUR	48
2.5.1.	GRUNDRIßKONZEPTIONEN, Typisierung durch die Bauverwaltung, Planungsunterlagen, ..	49
2.5.2.	KELLER Kriechkeller.....	55
2.5.3.	GRENZMAUERN	60

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN Natürliche Baustoffvorkommen in der Mark 63

3.1.	STEINMAUERWERKE	66
3.1.1.	STEINE.....	67
	Ziegel, Leichtziegel, Qualitätskriterien, Formate, Hohlziegel,	68
	Lehmsteine, Lehmputzen, Mörtelsteine, Gestampfte und gepresste Steine,.....	84
	Natürliche Steine, Sandstein, Kalkstein, ungleichförmige Natursteine,	90
3.1.2.	MÖRTEL Mörtelzusammensetzung	92
	Lehmmörtel, Kalkmörtel, Gipsmörtel, Zemente und Wassermörtel, Sparkalke	96
3.1.3.	MAUERWERKSVERBÄNDE	105
	Flechtung, Stromschichten, Gotischer Verband, Hohlmauerwerke, Binderschichten,	107
	Block- und Kreuzverband,.....	112
	Wölbungen,.....	114
	Wölbung mit stehenden und geneigten Ringschichten,	117
	Wölbung auf den Kuf,	118
	Wölbung auf den Schwalbenschwanz,	119
	Wölbung mit horizontalen Ringschichten,	121
	Wölbung mit überkragenden Steinen,	122
	Wölbung mit diagonalen Steinschichten,	122
3.1.4.	ZIEGEL- UND LEHMSTEINMAUERWERKE	123
	Putze und Mörtelbelege,	125
	Putze auf Lehmwänden, Putztechniken, Abdichtungen Salzbelastung,	126
	Sichtmauerwerke, Mischmauerwerke,	131
	Mischmauerwerke mit Ziegelverblendung,	132
	Mischmauerwerke mit Natursteinverblendungen,	134
	Mauerwerksbekleidungen,	135
	Mehrschalige Mauerwerke,	136
3.1.5.	NATURSTEINMAUERWERKE	138
	Werksteinmauerwerk, Mauerwerke aus unregelmäßigen Steinen,.....	138
3.2.	GESTAMPFTE UND GEGOSSENE WAND- UND GEWÖLBESYSTEME	144
	Stampfwände, Gegossene Gewölbe und Wände, Wellerwände,	144

4. MAUERN, Definition..... 157

4.1.	MAUERSTABILITÄT, Idealmauer,	160
4.1.1.	STANDSICHERHEIT	163
	Trapezförmiger Mauerquerschnitt, Mauergefüge, Aussteifungen, Anker,	164
4.1.2.	KRÄFTE	174
4.1.3.	MAUERSTÄRKEN	176
4.2.	MAUERKONSTRUKTIONEN	183
4.2.1.	KONSTRUKTIVE SYSTEME, Mauerscheibe/ Mauerstütze,	183
	Fenster- u. Eckpfeiler, Lasttragende Stütze/ Stützenraster, Raum begrenzender Mauerteil,	183
	Durch Bogen verbundene Stützen,	186
	Mauerstützen als ökonomische stabile Gebäudekonstruktion,	187
	Stützenraster als neues Konstruktionssystem des 19. Jh.,.....	189
	Gewölbte Stützenraster, statische Bewertung der Wände,.....	190
	gestalterische Akzeptanz der Mauerstützen,	195

INHALTSVERZEICHNIS

4.2.2.	GRÜNDUNGEN	196
	Holzgründungen,	198
	Pfeiler-Bogen-Gründungen,	200
	Senkbrunnen, Gemauerte Pfeiler, Sandgründung, Betongründung, Senkkasten,	201
	Streifenfundament,	207
4.2.3.	UNTERBAU	207
	Sockel, Sandsteinsockel, Ziegelsockel, Kalksteinsockel, Natursteinsockel,	209
4.2.4.	GEBÄUDEMAUERN	216
	Umfassungsmauern, Raumhöhe,	216
	Maueröffnungen, Torbogen, Stein-Eisen-Wölbungen,	218
	Brüstung,	227
	Deckenaufleger,	228
	Giebelmauer, Giebeldreieck,	230
	Gesimse,	232
	Drempel,	235
	Treppenmauern,	236
	Innenwände, Öffnungen, Mittelwände, Querwände,	237
4.2.5.	BRAND- UND VORGELEGEMAUERN	243
	Schornsteinanordnung, Standsicherheit, Herstellung, Feuerstellen,	249
4.2.6.	STÜTZMAUERN	260
5.	GEWÖLBE Definition,	267
5.1.	GEWÖLBESTABILITÄT Idealgewölbe,	270
5.1.1.	STANDSICHERHEIT	272
	Bruchstellen, Gleiten, Gewichtsreduzierung, Materialeigenschaften,	275
	Bogen- und Gewölbeformen,	279
	Spitzbogen,	280
	Geometrisch-mathematisch definierte Bogenlinien, Ellipse, Kettenlinie,	281
	Zentrierte Gewölbeformen,	284
	Kreuzgewölbe,	285
5.1.2.	KRÄFTE	286
5.1.3.	GEWÖLBESTÄRKEN	289
5.1.4.	WIDERLAGER Anker,	292
5.2.	GEWÖLBESTABILITÄT	299
	Bombenfeste Gewölbe, Gewölbte Dächer, Gewölbte Häuser, Treppengewölbe, Gerüst	302
5.2.1.	BOGENFORMEN	308
	Gedrückte Bogen, Segmentbogen, Scheitrechte Bogen, Nicht symmetrische Bogen,	309
5.2.2.	TONNENGEWÖLBE	313
5.2.3.	KUPPELN	319
	Pendentifgewölbe/ Hängewölbe, Böhmische Kappe/ Gestützte Flachkuppel,	324
5.2.4.	KREUZGEWÖLBE	329
	Sterngewölbe, Klostergewölbe,	334
5.2.5.	FLACHE GEWÖLBE	339
	Kappengewölbe, Gurt- oder Kappengewölbe,	343
	Gewölbte Decken,	350
6.	ERGEBNIS	353
	Quellennachweis	357
	Einleitung, Gesellschaftlicher und kultureller Überblick, Herstellungstechniken, Mauern, Gewölbe,	357
	Literaturverzeichnis	405
	Ortsverzeichnis	425
	Bildnachweis	429
	Abkürzungen	435
	Index	437

Meinen herzlichen Dank möchte ich den folgenden Einrichtungen und den dort beschäftigten Personen aussprechen, die mich bei der Forschungsarbeit hilfreich unterstützt haben:

Amt für Denkmalpflege der Stadt Brandenburg
Amt für Denkmalpflege der Stadt Potsdam
Amt Prenzlau-Land
Bibliothek der Technischen Universität Berlin
Bibliotheken der Stiftung Preußischer Kulturbesitz, Berlin
Brandenburgische Schlösser GmbH, Potsdam
Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege
Bundesbaudirektion, Berlin
Fachgebiet Baugeschichte und Stadtbaugeschichte der Technischen Universität Berlin
Fotostelle der Technischen Universität Berlin
Geheimes preußisches Staatsarchiv, Berlin-Dahlem
Landesdenkmalamt Berlin
Landesvermessungsamt Brandenburg
Deutsches Technikmuseum Berlin
Stadtplanungsamt in Neuruppin
Stiftung Schlösser und Gärten Brandenburg/ Berlin
Untere Denkmalschutzbehörde Berlin-Pankow
Untere Denkmalschutzbehörde der Stadt Angermünde
Untere Denkmalschutzbehörde des Landkreises Oder-Spree in Beeskow

Ebenfalls möchte ich der
Deutschen Forschungsgemeinschaft danken, die die zügige Auswertung der gesammelten
Forschungsergebnisse ermöglicht hat.

Mein ganz besonderer Dank gilt
Herrn Prof. Berthold Burkhardt, Institut für Tragwerksplanung,
Technische Universität Braunschweig,
und
Herrn Prof. Dr.-Ing. Manfred Speidel, Institut für Theorie der Architektur,
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen,
für die sehr gute und stets freundliche Betreuung

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind die Mauer- und Gewölbekonstruktionen, wie sie während des 18. und des frühen 19. Jh. entwickelt und in der Mark Brandenburg ausgeführt wurden.

Mauern und Gewölbe sind zwei unterschiedliche Gebäudebestandteile, die unabhängig von einander betrachtet werden könnten. Die Erforschung der Konstruktion beider Bauteile kann jedoch nicht getrennt von einander erfolgen. Eine solche Sichtweise wäre stets unvollständig. Sowohl die Mauern als auch die Gewölbe mit ihren konstruktiven Entwicklungen basieren auf denselben kulturellen und wissenschaftlichen Impulsen. Gleichzeitig wurden Mauern und Gewölbe in ihrem konstruktiven Gefüge auf einander abgestimmt, so dass es für das konstruktive Verständnis unerlässlich ist, beide Bauteile zusammen zu betrachten.

Die erforderliche thematische Verknüpfung der Mauern und Gewölbe findet daher im Aufbau der Arbeit ihren Niederschlag.

Die vorliegende Arbeit soll zur Erforschung des konstruktiven Verständnisses bei Errichtung von Gebäuden während des 18. und frühen 19. Jh. beitragen. Herausgestellt werden sollen Aspekte zum historischen Verständnis der Standsicherheit und die darauf abgestimmte Bewertung einzelner Baumaterialien und Verarbeitungstechniken. Ebenso soll das sich wandelnde Verständnis zur Standsicherheit deutlich gemacht werden und das Bestreben geeignete Kriterien zu entwickeln, um die Standsicherheit beurteilen zu können.

Schwerpunkt der Arbeit sind die Mauern und Gewölbe mit allen für den Untersuchungszeitraum relevanten Baumaterialien, Herstellungstechniken und Konstruktionen. Es ist beabsichtigt die veränderten oder neu entwickelten Baustoffe, Verarbeitungsempfehlungen und darauf abgestimmten Mauer- und Gewölbekonstruktionen aufzuzeigen. Die theoretisch beschriebenen Mauer- und Gewölbekonstruktionen werden anhand einzelner heute noch existierender Gebäude in der Mark Brandenburg verifiziert.

Die Erforschung der Mauer- und Gewölbekonstruktionen soll sowohl als Grundlage für bauhistorische Untersuchungen als auch für die konstruktive Beurteilung zu sanierender oder instandzusetzender Gebäude dienen.

Für Gebäude, die während des 18 und frühen 19. Jh. errichtet wurden, sind nur in sehr geringem Umfang historische Quellen und Kenntnisse überliefert, die über konstruktive Konzepte der Gebäude Auskunft geben.

Die intensive Beschäftigung mit diesen Gebäuden ließ vermuten, dass für unterschiedliche bauliche Probleme jeweils nach spezifischen Lösungen gesucht wurde. Sowohl die Grundrisse als auch die Konstruktion und die Wahl der Baustoffe schienen darauf abgestimmt zu



Abb.01 Grenzen der Kurmark um 1773, Geographische Karte von 1773 Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz Berlin

1. EINLEITUNG



Abb.02. Topographische Landeskarte Brandenburg (Genehmigung des LVermA, Nummer GB-A48/00 Kartengrundlage/ Datengrundlage: ÜK 200' Brandenburg/ Verwaltungsgrenzen) ohne Maßstab mit nachgetragener Grenze des Untersuchungsgebiets.

sein. Aus der systematischen Fügung aller Einzelaspekte entstanden normierte Gebäudetypen. Es war festzustellen, dass die systematische Umsetzung baulicher Probleme einem Veränderungsprozess unterlag.

ZEITLICHE ABGRENZUNG

Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich vom Ende des 17. Jh. bis in die Mitte des 19. Jh. Für den zeitlichen Beginn der Untersuchung waren die kulturellen, sozialen und wirtschaftlichen Veränderungen in Folge des Dreißigjährigen Krieges (1618-1648), die in der Mark durch die flächigen Verwüstungen sehr einschneidend waren, ausschlaggebend.

Das Ende des Untersuchungszeitraums in der Mitte des 19. Jh. wurde wesentlich durch das Aufkommen der neuen Baustoffe Eisen und Zement bestimmt, wodurch sich die konstruktive Entwicklung der Mauern und Gewölbe des 18. und frühen 19. Jh. grundlegend wandelte.

RÄUMLICHE ABGRENZUNG

Die lokale Entwicklung der Mauer- und Gewölbekonstruktionen wurde während des 18. und des frühen 19. Jh. maßgeblich durch die landesherrlichen Bauverwaltungen und die örtlich verfügbaren Baumaterialien bestimmt. Um die Faktenfülle einzugrenzen und den Schwerpunkt der Untersuchung auf Mauer- und Gewölbekonstruktionen sicherzustellen, waren Verwaltungsgrenzen das vorrangige Kriterium für die Festlegung des Untersuchungsgebiets. Das Untersuchungsgebiet sollte ausschließlich durch eine einzige landesherrliche Staatsverwaltung für die Dauer des Untersuchungszeitraums verwaltet sein. Um die Entwicklung der Mauern und Gewölbe für die Mark Brandenburg aufzuzeigen, beschränkt sich der Untersuchungsraum auf ein Territorium, das während des Untersuchungszeitraums unter kurmärkischer Verwaltung stand.

Bestandteil des Untersuchungsgebiets sind das heutige Bundesland Berlin und Teile des Bundeslandes Brandenburg mit den Landkreisen Barnim, Dahme-Spreewald, Frankfurt, Havelland, Märkisch-Oderland, Oberhavel, Oder-Spree, Ostprignitz-Ruppin, Potsdam, Potsdam-Mittelmark, Prignitz, Teltow-Fläming und Uckermark. In der topographischen Landeskarte Brandenburg ist zur besseren räumlichen Übersicht die Grenze des Untersuchungsgebiets eingetragen. Kerngebiet des Untersuchungsraums ist die Mittelmark ohne die westlich anschließende Altmark und die östlich der Oder angrenzende Neumark. So gehören zum Untersuchungsgebiet die historischen Landschaften Mittelmark, Prignitz, Uckermark, das ehemalige Land Lebus, die Herrschaften Beeskow und Storkow¹ sowie die Residenzstädte Berlin und Potsdam.

Östlich wird das Untersuchungsgebiet durch die Flüsse Oder und Warthe begrenzt, die die Mittelmark historisch von den sich anschließenden Landschaften der Neumark und dem

Land Sternberg trennten. Mit mehreren Unterbrechungen wurde die Neumark zwar der Mark Brandenburg zugeordnet, dennoch wurde sie verwaltungstechnisch erst nach 1815 der neu geschaffenen Provinz Brandenburg unterstellt. Heute ist die Neumark polnisches Territorium. Das ehemalige Land Lebus und die Herrschaften Beeskow und Storkow sind die südlichsten Bereiche des Untersuchungsgebiets, die an die ehemals sächsische Niederlausitz angrenzen. Westlich bildet die Elbe die Grenze zu dem ehemaligen Herzogtum Magdeburg und Kursachsen. Die Altmark, als ein historischer Kernbereich der Kurmark, zählt nicht zum Untersuchungsgebiet, da die Altmark nach der preußischen Verwaltungsreform 1815/22 sächsisch verwaltet wurde. Nördlich grenzt das Untersuchungsgebiet mit den Landschaften Prignitz und Uckermark an die ehemaligen Herzogtümer Mecklenburg und Pommern, die heute in dem Bundesland Mecklenburg-Vorpommern aufgegangen sind.

Etliche Autoren der für diese Arbeit angeführten Konstruktionshandbücher und Zeitschriftenartikel waren gleichzeitig preußische Baubeamte, Schüler oder Lehrer der vorrangig in Berlin während der ersten Hälfte des 19. Jh. ansässigen architektonischen Lehrinrichtungen oder Bauverwaltungen, wodurch die Entwicklung der brandenburgischen Situation sehr gut dokumentiert wurde.

Die gute Dokumentation der Mauer- und Gewölbekonstruktionen in der Mark Brandenburg bedeutet jedoch nicht, dass diese konstruktive Entwicklung im Vergleich zu den übrigen deutschen Ländern einzigartig oder besonders innovativ war.

METHODISCHES VORGEHEN

Für die Untersuchung der Mauer- und Gewölbekonstruktionen erwies es sich als ein sehr glücklicher Umstand, dass ab dem Ende des 17. Jh. Baubücher in größerem Umfang publiziert wurden, in denen Mauern und Gewölbe konstruktiv beschrieben wurden. Die Zahl der architektonischen Konstruktionshandbücher nahm ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. sogar noch zu. Zusätzlich wurden Ende des 18. Jh. die ersten architektonischen Fachzeitschriften herausgegeben. Die Schriftquellen erlauben umfassende Aussagen zu den Mauer- und Gewölbekonstruktionen des 18. und frühen 19. Jh. Aufgrund der sehr umfangreichen konstruktiven Beschreibungen stützt sich die vorliegende Untersuchung der Mauern und Gewölbekonstruktionen wesentlich auf diese Quellen.

Da der Aussagegehalt der publizierten Schriftquellen sehr unterschiedlich ist, ist es erforderlich, auf die Struktur und die Aussagefähigkeit der Quellen kurz einzugehen.

Wenngleich ab dem 16. und 17. Jh. die architektonischen Werke Vitruvs, Albertis, Palladios und anderer, die in lateinischen, italienischen, französischen und deutschen Übersetzungen vorlagen, wachsenden Einfluss auf die Baukonstruktionen nahmen, wurde Ende des 17.

Jh. das Fehlen geeigneter technischer und konstruktiver Baufachliteratur als Mangel erkannt und beklagt.²

Zu den bedeutendsten Verfassern architektonischer Bücher Ende des 17. Anfang des 18. Jh. im deutschsprachigen Raum zählen Nicolai Goldmann und Christoph Sturm. Ihre Werke enthielten eine mehrsprachige Terminologie, Säulenordnungen und Mustergrundrisse. In ihrer Architekturtheorie bezogen sie sich auf die vitruvianischen Begriffe der firmitas, utilitas und venustas, die als „stark“, „bequem“ und „zierlich“ übersetzt wurden. Wenn auch Gebäudekonstruktionen nicht als eigenständige Themen systematisch behandelt wurden, so wurden in ihren Schriften zeitgenössische konstruktive und materialbezogene Kenntnisse sowie eigene Erfahrungen vermittelt. Die abgehandelten Baustoffe und Konstruktionen blieben nach dem heutigen Verständnis in ihrer Essenz sehr dürftig. Dennoch kommt ihnen eine große Bedeutung zu.

In der Mitte des 18. Jh. entwickelte sich eine neue Art deutschsprachiger Architekturbücher. Diese basierten auf Erfahrungen und allgemeinen Berechnungen und durch Experimente gewonnenen Erkenntnissen.³ Es wurden die gebräuchlichsten Baustoffe, teilweise auch deren Verarbeitung, Holzkonstruktionen, Mauerwerkherstellung, Gründungen, Gewölbe, Grundrisstypen und Säulenordnungen abgehandelt. Zu einem der wichtigen und damals sehr bekannten Architekturbücher gehört das von M. Laurenz Johann Daniel Succov unter dem Titel „Erste Gründe der Bürgerlichen Baukunst in einem Zusammenhange und auf Verlangen entworfen“ zusammengestellte und 1751 in Jena erschienene Werk. Die darin vorgenommene thematische Gliederung entspricht grundsätzlich vielen der in zweiten Hälfte des 18. Jh. erschienenen Baufachbücher. Daher wird hier beispielhaft die Gliederung der Succovschen Ausgabe von 1751 wiedergegeben:

„ERSTER THEIL DER BÜRGERLICHEN BAUKUNST

Von den allgemeinen Eigenschaften derer Gebäude unterteilt in,

- Baukunst, mit Einteilung in Profanbaukunst etc.
- Bequemlichkeit
- Festigkeit
- Druckbeständigkeit
- Schönheit

Erster Abschnitt

- von den Baumaterialien
- von der Verknüpfung der Baumaterialien in Ansehung der Bequemlichkeit. Grundrissanordnung zu berücksichtigende Punkte
- von der Verknüpfung der Baumaterialien in Ansehung der Festigkeit [Regeln für Mauern und Gewölbe]
- von der Verknüpfung der Baumaterialien in Ansehung der Schönheit
- von der Verknüpfung der Baumaterialien in Ansehung der Zierlichkeit Stil regeln

Zweiter Abschnitt

Von der Erfindung der Gebäude. von den Baurissen, und den Mitteln, wesentlich vollkommene und schöne Gebäude zu erfinden.

- Einhaltung von Grundregeln
- Von den Baurissen, und den Mitteln, wesentlich vollkommene und zierliche Gebäude zu erfinden.

ZWEITER THEIL DER BÜRGERLICHEN BAUKUNST

Erster Abschnitt.

Allgemeine Bestimmungen der Haupteigenschaften verschiedener Gebäude.

- von Kirchen. auch Tempeln
- von Wirtschaftsgebäuden.

Zweiter Abschnitt,

- von Erfindung der Baukosten, die zu einem Gebäude erfordert werden [Massen und Kostenermittlung nach Material und Lohn]
- Zeichnungen zu jedem Kapitel, jedoch in unterschiedlichem Umfang.“

Eine weitere Schriftquelle, die während des 18. Jh. zur aktuellen Diskussion auch von Baufragen genutzt wurde, waren Periodika wie „Der Reichs-Anzeiger oder Allgemeines Intelligenz-Blatt“. Solche Magazine boten die Möglichkeit, Fragen zu den unterschiedlichsten Sachthemen zu stellen, sich zu informieren und Kontakte zu knüpfen. Über diese periodisch erscheinenden Publikationen vollzog sich auch ein Kenntnisaustausch mit dem Ausland, der mit einer zeitlichen Verzögerung von drei oder mehr Jahren erfolgen konnte.⁴

Die Übersetzungen ausländischer Periodika stellten eine weitere wichtige Schriftquelle dar. Für die Mauer- und Gewölbekonstruktionen erwiesen sich beispielsweise die „Neue Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik der königlichen schwedischen Akademie der Wissenschaften“ als sehr aufschlussreich. Die darin enthaltenen konstruktiven Architekturbeiträge waren zwischen unterschiedlichste naturwissenschaftliche, botanische oder mathematische Sachthemen eingestreut. Etliche der Beiträge der Schwedischen Akademie wurden mit einer zeitlichen Verzögerung von acht Jahren in deutscher Sprache verlegt. Auffällig ist, dass Periodika der deutschen Akademien sich nur in Ausnahmen überhaupt mit technologischen Fragestellungen befassten.⁵

Zu den umfassendsten Schriftquellen, die jeweils den aktuellen Kenntnisstand zu einzelnen architektonischen Sachverhalten zusammenfassten, zählten die Enzyklopädien des 18. und frühen 19. Jh.

Die „Oekonomische Encyclopädie, oder allgemeines System der Staats-Stadt-Haus- u. Landwirthschaft, ...“ begonnen durch D. J. G. Krünitz, stellte eine für die Mark Brandenburg sehr wichtige Schriftquelle dar. Die darin vorgenommenen Situationsbeschreibungen sind jedoch häufiger Zielvorgaben, die nicht den vorgefundenen Zustand beschrieben.

Das stetig wachsende Interesse auch an technischen Architekturkenntnissen und das stark empfundene Wissensdefizit während des letzten Drittels des 18. Jh. veranlasste Gottfried Huth 1789 die erste deutsche Architekturzeitschrift⁶ „Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst“⁷ herauszugeben. Seine Intention war, ein architektonisches Informationsforum zu schaffen.⁸ Gegen Ende des 18. Jh. und vor allem in der ersten Hälfte des 19. Jh. stieg die Zahl der Architekturzeitschriften. Wenngleich darin vorrangig baukünstlerische Aspekte behandelt wurden, fanden auch konstruktiv-technische Neuerungen als eigenständige Themen Berücksichtigung.

Adressaten der wachsenden Zahl technischer und konstruktiver Architekturpublikationen waren im letzten Drittel des 18. Jh. Kammeralisten, Ökonomen und Baumeister.⁹ Die wachsende Nachfrage schuf einen neuen Markt, den Verleger und teils fachfremde Autoren mit mehr oder minder nachlässig zusammengestellten Werken bedienten.¹⁰ Durch eigene, qualifizierte Fachpublikationen wollten die Mitglieder des Ober-Bau-Departements diesem, von ihnen als Übel aufgefassten, Zustand entgegenwirken.¹¹ So brachten sie unter anderem ab 1797 in Berlin unter dem Titel „Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur“ Architekturmagazine auf eigene Kosten heraus. Mit dem gleichen Motiv stellte David Gilly das 1797 und 1798 erstmals herausgegebene „Handbuch der Land-Bau-Kunst“ zusammen. Dieses Handbuch wurde mit seinen mehrfach überarbeiteten und aktualisierten Auflagen in der ersten Hälfte des 19. Jh. zu einem der wichtigsten konstruktiven Architekturbücher. Die anhaltend hohe Nachfrage nach konstruktiven Architekturhandbüchern und Vorlegeblättern in der ersten Hälfte des 19. Jh.¹² führte zu einem stetig wachsenden Angebot, wobei die Aktualität und die Vollständigkeit dieser Handbücher sehr unterschiedlich ausfiel.

Die Architekturhandbücher behandelten die gängigsten Baumaterialien, Herstellungstechniken sowie Holz- und Steinkonstruktionen aller wesentlichen Bauteile. Ebenso wurden Entwurfs- und Gestaltungsregeln im Überblick abgehandelt.

Parallel dazu wurden ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. Architekturbücher herausgegeben, die einzelne Bauteile oder Herstellungstechniken thematisch behandelten. Bevorzugte Themen waren Öfen, Kamine, feuerbeständige Deckenkonstruktionen, Aufbereitung und Verarbeitung von Bindemitteln, Baustoffen und Lehmbautechniken.

Zu Beginn des 19. Jh. entstanden neue, für das 19. Jh. bestimmende Konstruktionshandbücher, in denen die Konstruktionen nach den Baustoffen Stein, Holz, und Eisen gegliedert einen sehr umfangreichen Überblick des aktuellen Kenntnisstandes gaben. Baukünstlerische

und stilistische Betrachtungen traten dabei in den Hintergrund. Eines der frühen und wichtigen Werke verfasste der Franzose Jean Rondelet unter dem Titel „*Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*“ (1810 bzw. 1812-1814 in Paris erschienen). Die deutsche Übersetzung folgte 1833 bis 1836 in fünf Bänden unter dem Titel „Theoretisch praktische Anleitung zur Kunst zu bauen.“ Ebenfalls sehr umfassend waren die architektonischen Handbücher des heute nahezu unbekannten Ludwig Friedrich Wolfram.

1818 erschien unter dem Titel „Hand für Baumeister“ ein umfassendes Werk, das sich in Struktur und Inhalt auf das Handbuch der Landbaukunst von David Gilly bezog. Das in den 30er Jahren des 19. Jh. von Wolfram unter dem Titel „Vollständiges Lehrbuch der gesammten Baukunst“ erschienene mehrbändige Werk orientierte sich dagegen bereits an der Gliederung des „*Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*“ von Jean Rondelet.

Eine weitere wichtige Quelle mit einem unmittelbaren Bezug zur Mark Brandenburg und den örtlichen Verwaltungen sind die Akten des Brandenburgischen Staatsarchivs in Potsdam und des Geheimen Preußischen Staatsarchivs in Berlin-Dahlem. In beiden Archiven stellen die Mauer- und Gewölbekonstruktionen keine eigenständigen Themenbereiche dar, sondern wurden bei den unterschiedlichsten Sachthemen verstreut und häufig nebenbei erwähnt. Die Bedeutung dieser Quellen besteht vor allem darin, dass Hintergründe über das Zusammenspiel der Baubeteiligten wie Bauverwaltung, Handwerker und Gebäudenutzer vermittelt werden. Darüber hinaus lassen sich in den Archiven Hinweise auf Wertstellung einzelner Herstellungstechniken und Konstruktionen sowie deren Akzeptanz und Verbreitung finden.

Die für diese Arbeit vorgenommene Gliederung ist maßgeblich durch das historische konstruktive Verständnis geprägt.

Eine Überprüfung der in den Quellen beschriebenen Herstellungstechniken sowie der Mauer- und Gewölbekonstruktionen erfolgt an Gebäuden, die innerhalb des Untersuchungsgebiets und des Untersuchungszeitraums errichtet wurden. Die Gebäude dienen lediglich als exemplarische Belege der beschriebenen Techniken und Konstruktionen. Auf eine darüber hinaus gehende Einbeziehung historischer Gebäude wird verzichtet, da umfassende Gebäudeverzeichnisse fehlen und verwertbare bauforscherische Untersuchungen und Auswertungen nicht verfügbar sind. Erschwerend ist zudem, dass die meisten Mauer- und Gewölbekonstruktionen kaum oder gar nicht zugänglich sind. Die Dokumentation der ausgeführten Herstellungstechniken und Konstruktionen erfolgt durch Fotografien und Beschreibungen und dient im Wesentlichen dazu, die Ausführungen sowie Abweichungen exemplarisch zu veranschaulichen.

STAND DER FORSCHUNG

Da die baukonstruktive Entwicklung der Mark Brandenburg maßgeblich durch die preußischen Bauverwaltungen beeinflusst wurde, waren deren Aufbau, Aufgaben und tatsächliches Wirken einzubeziehen, wenngleich der Forschungsstand dazu noch nicht allzu umfangreich ist. Die aktuellen Forschungsergebnisse sind am besten in dem Ausstellungskatalog „Mathematisches Calcul und Sinn für Ästhetik, Die preußische Bauverwaltung 1770-1848“¹³ und von Reinhart Strecke, „Anfänge und Innovation der preußischen Bauverwaltung“¹⁴ zusammengefasst. Etwas weiter gediehen sind die Forschungen zu den preußischen Ausbildungseinrichtungen sowie zur Situation der technischen Berufe zu Beginn des 19. Jh. Anzuführen sind in diesem Zusammenhang die Arbeit von Hans Joachim Wefeld mit dem Titel „Ingenieure aus Berlin. 300 Jahre technisches Schulwesen.“¹⁵ und die Dissertation von Eckhard Bolenz, „Vom Baubeamten zum freiberuflichen Architekten. Technische Berufe im Bauwesen“.¹⁶

In den Forschungsarbeiten zur Landes-, Bau- und Kunstgeschichte finden die Gebäudekonstruktionen wie auch die Mauern und Gewölbe nur vereinzelt Erwähnung.¹⁷ Nur wenige Forschungsarbeiten befassen sich mit der starken Einflussnahme der Bauverwaltung auf die Baukonstruktionen. Christine Helga Bauer geht der Thematik für Kurhessen in ihrer Dissertation nach. Ihre Arbeit hat den Titel „Anspruch und Wirklichkeit Landesherrlicher Baugesetzgebung. Analyse der Wechselbeziehung zwischen Verordnungen und Hausbau in Hessen-Kassel bzw. Kurhessen von 1532 bis 1866.“¹⁸ Vergleichbare Arbeiten bestehen für die Mark nicht. Adelheid Schendel hat mit ihrer Schrift „Landbaukunst in Brandenburg um 1800“¹⁹ einen ersten Schritt in diese Richtung unternommen.

Darüber hinaus bestehen Forschungsarbeiten zu einzelnen Herstellungs- oder Verarbeitungstechniken. Beispielhafte Untersuchungen sind die Dissertation von Jochen Georg Güntzel, „Zur Geschichte des Lehmbaus in Deutschland. Massive Lehmbauten: Geschichte, Techniken, Verbreitung.“²⁰ und die Dissertation von Thomas Kleespies, „Schweizer Pisébauten“²¹.

Eine allgemeine Übersicht zu verschiedenen Bautechniken gab Fritz Scheidegger heraus, die unter dem Titel „Aus der Geschichte der Bautechnik. Basel, Boston, Berlin 1990“ in zwei Bänden erschienen ist. Eine Übertragung der darin dargestellten Bautechniken auf die Mark Brandenburg war jedoch in der Regel nicht möglich.

Weitere Arbeiten sind solche, die die Gesamtheit der technischen Architekturentwicklung zusammenfassen, so wie dies Miron Mislin mit der „Geschichte der Baukonstruktion und Bautechnik. Von der Antike bis zur Neuzeit“²² unternahm. Auch hier ist eine Übertragung auf die Mauer- und Gewölbekonstruktionen im Untersuchungsgebiet nur in Ausnahmen möglich.

1 EINLEITUNG

Die Erforschung historischer Mauer- und Gewölbekonstruktionen des 17., 18. und 19. Jh. ist im Vergleich zu entsprechenden Untersuchungen von Holzkonstruktionen nicht sehr vorangeschritten. Das liegt wohl nicht zuletzt an der äußerst schwierigen Erfassung der Mauer- und Gewölbekonstruktionen und den nahezu unübersichtlichen regionalen Besonderheiten. Zusätzliche Erschwernisse liegen in der kaum zu erfassenden konstruktiven Vielfalt der verschiedenen Bauteile. Um so erfreulicher ist die begonnene Auswertung historischer Schrift- und Bildquellen von Hannes Eckert, die unter dem Titel „Altes Mauerwerk nach historischen Quellen“²³ erschienen ist.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

Zu Beginn des 18. Jh. war die Mark von den enormen Verwüstungen und Zerstörungen des Dreißigjährigen Krieges (1618-1648) gezeichnet: Die Bevölkerungszahl war erheblich gesunken, so dass große Teile des Landes wüst und verlassen lagen; Dörfer und Städte waren ruiniert. Die sich neu entwickelnde Gesellschaft verfügte über keine funktionsfähige, eigenständige Wirtschaftsstruktur, sondern wurde durch einen absolutistisch auftretenden Landesherren bestimmt, der alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereiche, so auch die Baukultur, ausschließlich nach seinen eigenen Bedürfnissen auszurichten suchte. Der gesellschaftliche Wandel zu einer absolutistischen Gesellschaftsordnung blieb nicht ohne Folgen für die Baufachleute und ihre Ausbildung.

2.1. BAUFACHLEUTE

BAUHANDWERKER

Das absolutistische Gesellschafts- und Wirtschaftssystem stand im Widerspruch zu den unabhängig in Zünften organisierten Handwerkern und Bauhandwerkern. Infolge des Dreißigjährigen Krieges hatte sich die Zahl der Bauhandwerker erheblich reduziert, und es ist anzunehmen, dass der Wissenstransfer zwischen den Bauhandwerkern nahezu vollkommen unterbrochen wurde.¹ So wurden beispielsweise aufwendige Tonnen-, Kreuz- und Netzgewölbe, wie sie Thomas Biller² für Berlin und die Mark vor 1618 aufzeigt, im 18. Jh. (wenn überhaupt) nur noch unter großen Mühen und als Ausnahmen errichtet. Die Basis des zünftigen Selbstbewusstseins war damit erheblich angegriffen. Hinzu kam, dass die Landesherren bereits vor dem Dreißigjährigen Krieg bestrebt waren, die Autonomie der Zünfte aufzuheben. Mit dem Reichtagsabschied von 1654 wurden die Landesregierungen autorisiert, das Handwerkswesen neu zu regeln und bei Bedarf neue Gewerbeordnungen einführen zu können. Bereits diese Ermächtigung konnte die Existenz einer einzelnen Zunft gefährden. Mit der Aufhebung der handwerklichen Eigenständigkeit durch das Reichsgutachten von 1672 wurde die Entmachtung der Zünfte weiter untermauert.³ Die Zünfte mussten sich durch den Landesherren nun turnusmäßig bestätigen lassen. Anfang des 18. Jh. ordneten die Fürsten mit Blick auf den eigentlich berechtigten Vorwurf, dass die Zünfte ihr Monopol missbrauchten, diese ihren eigenen Machtvorstellungen unter.⁴ Das Reichsedikt vom 4. September 1731 versetzte die Fürsten schließlich in die Lage, die Zünfte jederzeit ersatzlos aufheben und abschaffen zu können.⁵ Die Zünfte waren damit der Willkür ihrer Landesherren und Verwaltungen völlig ausgeliefert und endgültig zu reinen Untertanen degradiert.⁶ Die Bauhandwerker waren nicht mehr souverän, wenn sie auch weiterhin in Zünften organisiert waren und

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

mehr oder weniger unabhängig eigene Belange zwischen ihren Mitgliedern als auch innerhalb der Stadtgesellschaft, der sie angehörten, formal regeln durften.⁷

Die Zünfte wurden von den Landesherren als mittelbare Organe ihrer Staatsapparate benutzt,⁸ wobei ihnen die undankbare Aufgabe eines Sündenbocks für bauliche Missstände zukam. Staatsverwaltung und Baulehrte nutzten nahezu jede denkbare Gelegenheit, die Bauhandwerker und ihre Arbeit scharf zu tadeln, ihnen mangelhafte mathematische und mechanische Kenntnisse vorzuwerfen⁹ und deshalb ihre Absetzung zu fordern.¹⁰ Beispielsweise wurde gegen Ende des 18. Jh. in Berlin unverblümt vor dem „Pfuscher der Maurer- und Zimmerergewerke“¹¹ öffentlich gewarnt, und die Handwerker wurden durch Androhung von Arreststrafen eingeschüchtert. Die berechtigte Kritik an dem fachlichen Unvermögen der Handwerker lässt sich allerdings vorrangig auf das Unvermögen der absolutistischen Staatsverwaltung zurückführen, die vorhandenen Missstände zu beseitigen¹² (vgl. S. 22 ff.).

Einhergehend mit der rechtlichen Degradierung der Handwerker zu bloßen Untertanen erfolgte ihr wirtschaftlicher Niedergang. Der absolutistische Staat förderte ausschließlich zum eigenen finanziellen Vorteil die überregionale industrielle Entwicklung, indem er konkurrierende Manufakturen einrichtete und diese subventionierte.¹³ Die Aufrechterhaltung einer handwerklichen Baukultur, geschweige denn deren Förderung oder Weiterentwicklung, war bis in die 70er Jahre des 18. Jh. kein Staatsinteresse. Die regional ausgerichteten Handwerker verloren damit ihre wirtschaftliche Grundlage, und faktisch war die Mitgliedschaft in den Zünften Ende des 18. Jh. bedeutungslos geworden.¹⁴

Die örtlich gebundenen Bauhandwerker waren wegen ihrer gesellschaftlichen Degradierung weitgehend von der konstruktiven, technischen und gestalterischen Bauentwicklung ausgeschlossen. Neuerungen oder Veränderungen wurden von staatlichen Verwaltungen vorgeschrieben, und eine ernstzunehmende regionale, eigenständige Handwerkerorganisation existierte im 18. Jh. nicht mehr. Stattdessen wurden die Zünfte von den Handwerkern als Rückzugsmöglichkeit genutzt, um sich durch „Geheimniskrämerei“¹⁵ und ständige Abgrenzungsversuche eine vermeintliche gesellschaftliche Bedeutung zu verleihen. Danach stand es nur Maurern zu, Kalkmörtel zu verarbeiten, während andererseits ausschließlich Steinmetze einen Kalkstein mit Meißel und Klöppel bearbeiten durften.¹⁶ Ihr verbliebenes Privileg, die Ausbildung selbst zu regeln, nutzten die Zunftmitglieder dazu, die Anzahl der Meister gering zu halten. Entscheidend für einen zukünftigen Meister wurde die Höhe der zu entrichtenden Gebühr und nicht etwa seine handwerklichen Fertigkeiten.¹⁷

Die formale Einführung der Gewerbefreiheit im Jahre 1811 führte zur endgültigen Auflösung der Zünfte. Maurer und Zimmerer waren nun unternehmerisch tätig,¹⁸ wofür ein Befähigungsnachweis durch eine staatliche Kommission erforderlich wurde.¹⁹ Durch die „Allgemeine Gewerbe-Ordnung“ vom 17.06.1845 wurde für alle Baumeister, die ein Bauunternehmen leiteten, ein Prüfzeugnis verlangt, welches der Ober-Bau-Deputation vorzulegen

war.²⁰ Die bis dahin von den Zünften geregelte Handwerkerausbildung fiel nun alleine dem Staat zu,²¹ der in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. jedoch lediglich die Meisterprüfung kontrollierte.²²

ARCHITEKT, INGENIEUR UND BAUKÜNSTLER

Vor dem Dreißigjährigen Krieg waren Handwerker und Baumeister Konstrukteure bedeutender Trag- und Bauwerke. Fortgebildete Bauhandwerker nahmen als Architekten, Ingenieure und bildende Künstler aktiven Einfluss auf die Baukunst.²³ Unter einem „Architectus“²⁴ verstand man im 16. Jh. einen vollkommenen Baumeister aller Richtungen. Der Begriff war gleichzeitig Synonym für Baumeister und Ingenieur,²⁵ da eine eindeutige Unterscheidung zwischen „Ingenieur“ und „Architekt“ nicht bestand.²⁶ Im 18. Jh. nahm der Architekt verstärkt Aufgaben wahr, die heute den Ingenieurwissenschaften zugeordnet werden. Dabei betrieb der Baumeister die „architectura civilis“ und der Ingenieur die „architectura militaris“.²⁷ Alle angeführten Bauaufgaben waren vorrangig staatlich ausgerichtet. Mit einem Baumeister assoziierte man in der Regel einen Landbaumeister, der innerhalb eines Kreises oder einer Landesprovinz für das landesherrschaftliche Bauwesen zuständig war.²⁸ Bis ins frühe 19. Jh. hinein ordnete man den Baumeister überwiegend dem Baubeamten zu.²⁹ Erst während der ersten Hälfte des 19. Jh. ermöglichten Aufgaben wie der immer wichtiger werdende Brücken- und Eisenbahnbau den Ingenieuren eine neue, zivile Betätigung.³⁰

Noch im 19. Jh. war der Übergang von Handwerker zu Architekt und Baumeister fließend.³¹ Bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. existierte keine klare Definition von Ausbildung, Tätigkeitsfeld und Stand der Architekten, Baumeister und Ingenieure.³² Gewerblich tätige Architekten benötigten nach der Verwaltungsreform von 1811 ebenso wie die gewerblich tätigen Bauhandwerker ein Prüfungs-Attest der technischen Ober-Bau-Deputation.³³

Zu den Fähigkeiten, die man von den Architekten, Ingenieuren und Baumeistern in der zweiten Hälfte des 18. Jh. erwartete, zählten das Vermögen, auf der Grundlage einer festgesetzten Summe Geldes eine möglichst zweckmäßige und gefällige bauliche Lösung entwickeln zu können,³⁴ sowie weitreichende Kenntnisse zur Anfertigung von Plänen.³⁵

Die vom Architekten gemachten Vorgaben waren dann von Handwerkern auszuführen.³⁶ Diese Aufgabenteilung bewirkte, dass die Handwerkertätigkeit zunehmend als rein mechanischer Vorgang abgewertet,³⁷ wogegen die Architektentätigkeit aufgewertet wurde, weil sie „nach gewissen wissenschaftliche(n) Regel(n), oder nach Grundsätzen verfertigt“ würden, weshalb man die architektonische „Arbeit zu einem Kunstwerk“³⁸ erhob.³⁹ Schwerpunkt dieser künstlerisch-wissenschaftlichen Tätigkeit war die stilistische Auseinandersetzung mit der römischen und griechischen Antike,⁴⁰ die ihr Hauptaugenmerk auf die Gestaltung des Prachtbaus richtete.⁴¹ Gegen Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jh. bildete sich eine zu-

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

nehmend elitäre Kunstauffassung heraus, die sich auf vermeintlich eindeutige Kunstkenntnisse stützte und diese in den Mittelpunkt ihrer Tätigkeit stellte.⁴² Diese Auffassung ging einher mit einem Architektenbild, das die Hinwendung zur reinen Kunst und Wissenschaft anstrebte und sich von der lästigen Praxis immer mehr abwandte. Vor allem die Eliten des preußischen Staates vertraten zu Beginn des 19. Jh. diese Auffassung.⁴³

Die bevorzugt künstlerisch-gestalterisch orientierte Architekturauffassung wurde bereits Ende des 18. Jh. vehement kritisiert. Zum Beispiel beschimpfte Gottfried Huth, der Herausgeber der ersten deutschen Architekturzeitschrift, die rein künstlerisch ausgerichteten Architekten als „Säulenmännchen“ und sprach ihnen den „prächtigen Titel“ des „Architect(en)“⁴⁴ ab, der seiner Vorstellung nach „nur einem vollkommenen Bauverständigen“ zukommen konnte.

In der ersten Hälfte des 19. Jh. verschärfte sich die Auseinandersetzung über das Selbstverständnis des Architekten. Den meisten Architekten wurde vorgehalten, dass für sie die Baukunst weniger eine Kunst zur Schaffung nützlicher Gebäude sei als eine einseitige, von Nachahmungen bestimmte Dekoration.⁴⁵

Georg Moller beschrieb in den 1830er Jahren die Architektentätigkeit folgendermaßen:

„Im Gefühle ihrer Schuld und gedrängt von ihren Gläubigern hilft sich die halb banquerotte Architectur durchs Papier und bringt zweierlei Sorten davon in Umlauf, um sich wieder zu erholen. Die erste Sorte sind die Durand'schen Assignaten, die dieser Schachbrettkanzler für mangelnde Ideen in Cours setzt. Sie bestehen aus weissen Bögen, die nach Art der Strickmuster oder Schachbretter in viele Quadrate getheilt sind, auf denen sich die Risse des Gebäudes ganz mechanisch ordnen [...] Die zweite Papiersorte, die im allgemeinen [der] Ideennoth nicht minder zu statten kommt, ist das durchsichtige Oelpapier. Durch dieses Zaubermittel sind wir unumschränkte Meister über alte, mittlere und neue Zeit. Der Kunstjünger durchläuft die Welt, stopft sein Herbarium voll mit wohl aufgeklebten Durchzeichnungen aller Art und geht getrost nach Hause, in der frohen Erwartung, dass die Bestellung einer Walhalla á la Parthénon, einer Basilika á la Monréale, eines Boudoir á la Pompéi, eines Pallastes á la Pitti, [...] oder gar eines Bazars in Türkischem Geschmacke nicht lange ausbleiben könne, den[n] er trägt Sorge, dass seine Probekarte an den rechten Kenner komme. Was Wunder uns aus dieser Erfindung erwachsen! Ihr verdanken wir, dass unsere Hauptstädte als wahr[e] Extraits de mille fleurs, als Quintessenzen aller Länder und Jahrhunderte emporblühen, so dass wir uns angenehmer Täuschung, am Ende selber vergessen, welchem Jahrhundert wir angehören.“⁴⁶

In dieser Zeit wurde also die vorrangige Beschäftigung der Architekten mit der äußeren Dekoration angeprangert; für Solidität und Konstruktion waren weitgehend die Handwerker verantwortlich.⁴⁷

AUSBILDUNG DER BAULEUTE

Die fachlichen Kenntnisse der Bauhandwerker und Baumeister wurden zu Anfang des 18. Jh. gleichermaßen mangelhaft bewertet.⁴⁸ Da weder die Zünfte noch die wenigen staatlichen

Lehreinerichtungen eine qualifizierte Ausbildung ermöglichten, besaß der einzelne Handwerker bis in die 80er Jahre des 18. Jh. kaum eine Möglichkeit, sich vor Ort zu qualifizieren.⁴⁹

Erst in der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden die massiven ökonomischen Nachteile für das Staatswesen durch die unterlassene zivile, berufliche Ausbildung von Bauhandwerkern und Baubediensteten zur Kenntnis genommen. Darüber hinaus verhinderte die fehlende Ausbildung den Gebrauch verbesserter, wirtschaftlicher Bauweisen und Techniken. Beispielsweise hat man die seltene Verwendung als vorteilhaft bewerteter Gewölbe auf die unzureichenden mathematischen Kenntnisse deutscher Architekten zurückgeführt, die wegen ihrer Unsicherheit auf diesem Gebiet diese möglichst vermieden.⁵⁰ Wesentliche Voraussetzung zur Beseitigung dieser Nachteile waren ausgebildete Baumeister und Sachverständige,⁵¹ für deren Ausbildung sich das Ober-Bau-Departement einsetzte.

Die wenigen staatlichen Ausbildungsmöglichkeiten in der Zivilbaukunst waren während des 18. Jh. zu unbeständig, um eine Veränderung der unzureichenden Ausbildungssituation in den Bauberufen zu bewirken.⁵² Eine technische und wissenschaftliche Förderung der Handwerker war bis in das 19. Jh. kein vorrangiges Interesse des Preußischen Staates.⁵³ Einzelne Initiativen, wie die des Pfarrers Julius Hecker, der 1747 die Heckersche Realschule in Berlin gründete, fanden geringe oder gar keine Unterstützung von Seiten des absolutistischen Staatswesens. Hecker beabsichtigte, die desolate Ausbildungssituation zu verbessern, und bot Unterricht für alle Stände und beide Geschlechter an. Der Realschule war eine „Kunstschule zur Ausbildung für künftige Baubeflissene“ und eine „Deutsche Schule für angehende Handwerker“⁵⁴ angeschlossen.

Erste staatliche Eingriffe in die Bauhandwerkerausbildung unternahm das Ober-Bau-Departement, deren Mitglieder es 1783 gegen den Widerstand der Zünfte durchsetzten, eigene Vertreter zu den Prüfungen der Maurer- und Zimmermeister zu entsenden⁵⁵ und damit Einfluss auf die durchgängig unbefriedigende Ausbildung der Maurer- und Zimmermeister zu nehmen.⁵⁶ Eine weitere gezielte Maßnahme zur Qualifizierung von Gewerks- und Bauleuten war die Einrichtung staatlich verwalteter Provinzialkunst- bzw. Provinzialzeichenschulen⁵⁷ und Baugewerkschulen.⁵⁸ Eine erste solcher Schulen wurde 1787 in Berlin als „Provincial-Kunstschule“ eingerichtet, die der Akademie unterstand.⁵⁹ In Braunschweig wurde eine vergleichbare Einrichtung bereits 1745 eingerichtet. Außer in Berlin existierten gegen Ende des 18. Jh. in Preußen weitere Schulen in Königsberg, Breslau und Halle.⁶⁰ Die „Provincial-Kunstschule“⁶¹ richtete sich mit ihrer eineinhalbjährigen bauwissenschaftlichen Ausbildung an junge Künstler und Handwerker, die sich über ihr eigenes Gewerk hinaus fortbilden wollten.⁶² Vermittelt werden sollten Kenntnisse im technischen Zeichnen, im Zeichnen geometrischer Figuren und in Flächen- und Volumenberechnungen; ferner Grundsätze der Statik und Mechanik, der Lastermittlung und der Beurteilung der Standsicherheit einzelner Gebäudeteile, Wissen über die für den Baubetrieb notwendigen Maschinen sowie Grundkenntnisse in

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

der Physik, Chemie und Baustoffkunde.⁶³ Trotz dieser Vorsätze kam die Schule nicht über das Niveau einer Zeichenklasse hinaus.⁶⁴

Nicht besser war es um die Ausbildung der Architekten bzw. Baukünstler bestellt, deren Wissen ebenfalls als äußerst defizitär galt.⁶⁵ Ein kontinuierliches Interesse des absolutistischen Staatswesens an einer fundierten Baumeister- und Architekturausbildung war ebenfalls nur schwach ausgebildet.⁶⁶

Ende des 17. Jh.⁶⁷ wurde in Berlin eine Akademie eingerichtet, die ab 1704 „Akademie der Künste und mechanischen Wissenschaften“ und ab 1809 „Akademie der Künste“ hieß.⁶⁸ (Nach 1770 wurde die Akademie auch als „Königliche Academie der Mahler- Bildhauer- und Bau-Kunst“ bezeichnet,⁶⁹ deren Ausbildungsbetrieb zwischen 1775 und 1790 weitgehend eingestellt wurde.⁷⁰) Die Einrichtung war im 18. Jh. für eine lange Zeit die einzige Ausbildungsstätte für Architekten. Beispielsweise schreibt der Lehrplan von 1706 ein ganzjähriges „Collegium in Architectura Civili“ vor,⁷¹ das 1731 von Johann Wilhelm Wagner fortgeführt wurde.⁷² Der Studienschwerpunkt lag auf dem Prachtbau⁷³ und nicht auf einer technisch-konstruktiv bestimmten Bauwissenschaft.

Dem Versuch Friedrich II. (1740-1786) in den Jahren 1770 und 1772, das Ober-Bau-Departement in die Akademie einzubinden, widersetzten sich die Mitglieder der neu eingerichteten Behörde erfolgreich, da ihnen die Akademie zu wenig wissenschaftlich ausgerichtet war.⁷⁴ Vermutlich als Folge hieraus stiftete Friedrich II. die „Ecole de Génie et d'Architecture“ als zweite staatliche Ausbildungsstätte in Berlin,⁷⁵ die möglicherweise mit einer 1775 eingerichteten königlichen Bauschule identisch ist. Der Lehrbetrieb wurde 1776⁷⁶ aufgenommen und bereits nach zehn Jahren wieder eingestellt.⁷⁷ Es existierten Klassen für Baubeamte und Zivilingenieure. Im Vordergrund der Ausbildung stand die allgemeine „Landesverbesserung“, womit beispielsweise Wasserbaumaßnahmen gemeint waren und nicht etwa die höhere Baukunst.⁷⁸

Wohl mit Zustimmung der Mitglieder des Ober-Bau-Departements sowie des Ober-Hof-Bauamtes gelang es dem Oberbaudirektor Becherer gegen erhebliche Ablehnung innerhalb der Verwaltung,⁷⁹ 1790 eine praxisbezogene Bau- oder Architekturausbildung zu organisieren.⁸⁰ Die Schule erhielt die Bezeichnung „Architektonische Schule“ oder „Architektonische Lehranstalt bei der Akademie der Künste“⁸¹ und war der Akademie untergeordnet. Diese förderte den Ruf der neuen Ausbildungsstätte, so dass die „Akademie der bildenden Künste und mechanischen Wissenschaften“ bereits Ende der 90er Jahre des 18. Jh. den Ruf als „zweckmäßige Einrichtung“⁸² hatte.

Becherer richtete sein Lehrangebot an alle im Baubereich tätigen Handwerker, um ihnen die Weiterbildung zum Meister zu ermöglichen.⁸³ Ebenso wurden „Conducteurs“ und „Eleven des Oberhofbauamtes“ ausgebildet. Schüler waren beispielsweise die Söhne der Baubeamten von Gentz, Gilly, Manger und Simon.⁸⁴ Mit der Öffnung der Akademie „auch für

Gewerksleute⁸⁵ hegte man die Hoffnung, talentierte mittellose Schüler durch einen unentgeltlichen Unterricht fördern und die vermittelten Kenntnisse schneller verbreiten zu können.⁸⁶ Inhaltlicher Schwerpunkt war die Bautechnologie,⁸⁷ Unterrichtsbestandteil waren unter anderem das Erstellen von Mauern und Gewölben.⁸⁸

Einigen Mitgliedern des Ober-Bau-Departements genügte das Lehrangebot der „Architektonischen Schule“ nicht, weshalb die Mitglieder Eytelwein, Gilly, Mencelius und Zitelmann in den Jahren 1793 bis 1796 eine private Lehranstalt in Berlin betrieben.⁸⁹ Ihre Absicht war es, Wissenschaft und Kunst in der Baukunst zu verbinden,⁹⁰ und zielte darauf ab, die Zivilbaukunst technisch zu verbessern.⁹¹

Im Jahre 1799 gelang es den Mitgliedern des Ober-Bau-Departements, die Gründung einer Bauakademie als allgemeine Bau-Unterrichts-Anstalt für die gesamten königlichen Staaten durchzusetzen und zu organisieren.⁹² Zugunsten dieser neu gegründeten Bauakademie wurde die Becherersche „Architektonische Schule“⁹³ der Akademie geschlossen.

Intendiert war in der Bauakademie die Verbreitung von Kenntnissen „über die eigentliche bürgerliche, die ökonomische oder Landbaukunst, die Maschinen- und gesamte Wasserbaukunde, so wie auch über die Wegebaukunst.“⁹⁴

Während der dreijährigen Ausbildung wurde im Winterhalbjahr unterrichtet, während im Sommer Praktika durchgeführt wurden. Vermittelt werden sollten Kenntnisse im Feldmessen, im Zeichnen, in der Konstruktion bürgerlicher Gebäude und ihrer Gründung.⁹⁵ Das Angebot richtete sich sowohl an zukünftige Baubedienstete⁹⁶ als auch an Bauhandwerker.⁹⁷

Innerhalb der Bauakademie wurde 1805 eine Winter-Unterrichtsanstalt speziell für Bauhandwerker ins Leben gerufen, die auch als „Bau-Handwerks-Schule“ bezeichnet wurde und von 1812 bis 1851 den Namen „Bau-Gewerks-Schule“ führte. Bis 1820 war der Oberbaudirektor Becherer Direktor dieser Einrichtung, gefolgt von dem Ober-Finanzrat Beuth⁹⁸ und ab 1855 von J. Manger. Die Lehrer der Bau-Gewerks-Schule waren in der Regel gleichzeitig oder zuvor an der Bauakademie tätig.⁹⁹

Gegen erheblichen Widerstand innerhalb der Verwaltung gelang es Beuth, 1821 in Berlin eine Gewerbeschule einzurichten, die den Bedürfnissen aller Gewerbetreibenden Rechnung tragen sollte;¹⁰⁰ 1826 wurde die Gewerbeschule als „Gewerbeinstitut“¹⁰¹ bezeichnet. Vorrangiges Ziel dieser Einrichtung war die Ausbildung von Lehrpersonal, mit dem anschließend Provinzialgewerbeschulen aufgebaut werden sollten.¹⁰² Der kostenfreie Unterricht war auf eine begrenzte Schülerzahl ausgelegt. Zu dem vermittelten Wissen gehörten Kenntnisse in Geometrie, Rechnen, Naturkunde und Zeichnen.¹⁰³ 1857 wurden die Bau-Gewerks-Schule und das Gewerbeinstitut zusammengelegt.¹⁰⁴

Die Eigenständigkeit der Bauakademie wurde bereits 1809 wieder eingeschränkt (vgl. S. 41). Das Lehrprogramm wurde nun zwischen der Akademie der Künste mit baukünstlerischen Veranstaltungen und der Bauakademie mit technisch-wissenschaftlichen Veranstal-

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

tungen aufgeteilt. Im Zuge einer weiteren Neustrukturierung im Jahre 1831 wurde die Bauakademie zu einer „allgemeinen Bauschule“ abgewertet.¹⁰⁵ Gerechtfertigt wurde dieser Schritt mit einer unterstellten geringen Qualifikation der Bauakademiestudenten.¹⁰⁶ Die Einrichtung bot ein Lehrprogramm für Land-Wegebaumeister und Bau-Inspektoren an. Letztere konnten sich auf den Wasserbau oder den Stadt- und Prachtbau spezialisieren.¹⁰⁷ Soweit die Kandidaten über praktische Kenntnisse verfügten, konnten sie sich zum Privatbaumeister ausbilden lassen.¹⁰⁸

Im Jahre 1849 wurde der mittelschulartige Lehrbetrieb zugunsten eines freien Studiums aufgegeben, und die Einrichtung erhielt die Bezeichnung „Bauakademie“ zurück. Erstmals wurden hauptamtliche Lehrer angestellt.¹⁰⁹

Im Unterschied zur Zivilbaukunst genoss die Militärbaukunst eine größere staatliche Wertschätzung, die ihren Ausdruck in den Fortifikationsschulen fand. Seit der Mitte des 17. Jh. wurden vornehmlich aus den Niederlanden stammende Festungsbauspezialisten angeworben, die in Ingenieurkorps tätig wurden. Ihr Aufgabengebiet war allerdings nicht allein auf Festungsbauwerke beschränkt. Beispielsweise übertrug ihnen Friedrich Wilhelm I. (1713-1740) die Aufgabe, in Potsdam Wohnhäuser zu errichten. Zu Beginn des 18. Jh. war die Wissensvermittlung durch „Privatvorlesungen“ sichergestellt. In allen Garnisonsstädten wurden ab 1763 für die „Commandeurs der Infanterie-Regimenter“ Fortifikationsschulen eingerichtet.¹¹⁰ Die Militärtechnische Akademie/Ingenieur-Akademie (1788-1806) war möglicherweise die Fortführung der „Ecole de Génie et d’Architecture“ mit Sitz in Potsdam. Im Unterschied zu allen anderen staatlichen Schulen war diese materiell und personell gut ausgestattet und blieb Adligen vorbehalten.¹¹¹

Es bleibt festzuhalten, dass mit Ausnahme der Militärbaukunst ein staatliches Interesse an Baufachleuten und ihrer Ausbildung bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. weitgehend nicht vorhanden war. Erst wirtschaftliche Einbußen durch fehlende Fachkräfte und ein defizitäres Fachwissen ließen ein widerstrebendes Interesse erwachsen. Innerhalb der staatstragenden Verwaltungen wurde erst im Verlauf des 19. Jh. die Notwendigkeit einer fundierten und regelmäßigen technischen Ausbildung erkannt. Gleichzeitig wurden die Ausbildungseinrichtungen zu einem der Austragungsorte für den in der ersten Hälfte des 19. Jh. geführten Disput zwischen einer technisch-wissenschaftlich und einer künstlerisch bestimmten Architekturauffassung.

2.2 BAUHERREN

Neben dem bedeutendsten Bauherr, Staat oder König, betätigten sich während des 18. Jh. Adlige und in den Städten und Dörfern auch nicht-adlige Privatpersonen als Bauherren.

STAAT ALS BAUHERR

In der Absicht, die Verwüstungen des Dreißigjährigen Krieges zu beseitigen und eigene Wirtschaftsstrukturen aufzubauen, war der Staat der wichtigste Bauherr des 18. Jh. Folglich waren die Bauverwaltungen für den Bau von Kanälen, Brücken, Chausseen, Festungen, Kasernen, Kornmagazinen und anderen öffentlichen Großbauten sowie für die zahllosen märkischen Kolonie- und „Retablissementsbauten“¹¹² zuständig.¹¹³

Sobald der Staat als Bauherr auftrat, war die staatliche Verwaltung verpflichtet, für das jeweilige Bauvorhaben Planunterlagen in Form von Zeichnungen, Rissen und Anschlägen exakte Angaben über Materialien und Mengen auszuarbeiten. Risse und Anschläge bildeten die Grundlage für die Vergabe von Aufträgen. Sie ermöglichten die Prüfung der zu erbringenden Leistungen, der benötigten Materialien und der zu zahlenden Gelder.¹¹⁴

Dazu wurde 1724 das „Baureglement vor die Churmärkische Kriegs- und Domänen-Cammer, wie es bey Führung des Baues und Rechnung bey denen Aembtern zu halten“¹¹⁵ erlassen. Dennoch waren die von den Bauverwaltungen gefertigten Zeichnungen und Anschläge häufig unvollständig.¹¹⁶ Waren die Zeichnungen und Anschläge für ein beabsichtigtes Bauvorhaben erstellt, dann machten die ausarbeitenden Kammern dies öffentlich bekannt und traten auf der Grundlage der erarbeiteten Planunterlagen mit sogenannten Entrepreneurs, die man sich als Generalunternehmer oder –übernehmer vorzustellen hat, über die Ausführung in Verhandlung. Um Betrügereien vorzubeugen, war es den Baubediensteten vorgeschrieben, dass sie weder als „directe noch indirecte Lieferanten o. Entrepreneurs solche Bauten annehmen“¹¹⁷ durften.

Die Ausführung wurde vertraglich zwischen den Entrepreneurs oder einem in dieser Funktion auftretenden Handwerker und dem Baudirektor oder Bauinspektor für jedes einzelne Bauvorhaben vereinbart.¹¹⁸ Erwartet wurde, dass die Ausführenden über Fachkenntnisse verfügten. Mit der Auftragserteilung hinterlegte der Entrepreneur eine Kaution.¹¹⁹

Die auszuführenden Arbeiten konnten auf verschiedene Art und Weise vergeben werden mit den folgenden Abstufungen:

In der ersten Abstufung wurde der „Bau-Contract“¹²⁰ mit einem Generalentrepreneur geschlossen, wobei die Arbeiten vollständig vergeben wurden. Der Generalentrepreneur verpflichtete sich, Materiallieferung und Arbeitsleistung selbst zu organisieren und das fertige Bauwerk zu einem vereinbarten Termin zu übergeben.¹²¹ Die Bauverwaltung verpflichtete

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

sich im Gegenzug zu einem vereinbarten Zahlungstermin. Ein Conducteur, ein Baubediens-teter, führte die Bauaufsicht und kontrollierte die Bauausführung.¹²² Diese Art der Vergabe wurde bevorzugt, da sie für die Bauverwaltung mit dem geringsten Aufwand verbunden war.¹²³

Die zweite Vergabeart wurde angewendet, wenn sich kein Generalentrepreneur für eine vollständige Bauübernahme finden ließ. Den Kammern fiel nun die Organisation der Mate-rialien innerhalb festgesetzter Termine selbst zu.

Ein beauftragter Spezialentrepreneur garantierte die Einrichtung, Führung und Besorgung aller anfallenden Arbeiten. Die Vertragsgestaltung erfolgte analog zu den Verträgen mit den Generalentrepreneurs.¹²⁴

Eine dritte Abstufung ergab sich, wenn sich auch kein Spezialentrepreneur bereit erklärte, die Arbeiten zu übernehmen. Die Verwaltung schloss mit ausführenden Bauhandwerkern ausführliche Verträge, in denen alle Arbeiten in Größe und Umfang aufgeführt werden mussten, und verpflichtete sich, das erforderliche Baumaterial zu festgesetzten Zeiten zu liefern. Die Zahlung wurde als Stücklohn vereinbart. Zur Überprüfung wurden ein Bauren-dant und ein Rechnungsführer bestellt.¹²⁵ Erst wenn sich keine ausführenden Bauhandwer-ker fanden oder deren Forderungen für zu hoch erachtet wurden, erfolgte die Vergabe der Arbeiten im Tagelohn.¹²⁶

Ein Beispiel für den Einsatz eines Spezialentrepreneur ist das neue Pfarrhaus in Neu-Langerwisch (1797-1801).¹²⁷ Auf einem vorgedruckten Vertragsformular wurde zwischen dem Ober-Bau-Departement und einem Oberamtmann namens Hart ein Vertrag geschlos-sen, in dem unter anderem Kaufpreis und Datum der Fertigstellung enthalten sind.¹²⁸ Einige der notwendigen Baustoffe, z.B. den „ordinäre(n) Rüdersdorfer Kalkstein“, stellte die Do-mänenkammer zur Verfügung.¹²⁹

ENTREPRENEURS

Für den Bauablauf staatlicher Bauvorhaben kam den Entrepreneurs, als Generalunterneh-mer oder -übernehmer, eine wichtige Funktion zu. Sie waren verantwortliche Organisatoren, die sich das übernommene Risiko von den staatlichen Bauherren bezahlen ließen. Die Zahl der als Entrepreneurs auf eigene Rechnung und nicht auf Veranlassung der Bauverwaltung tätig werdenden Privatpersonen nahm während der zweiten Hälfte des 18. Jh. stetig zu. Wenngleich erwartet wurde, dass die Entrepreneurs über einfache Baukenntnisse verfügen sollten, war dies jedoch seltener der Fall.¹³⁰

Zur Maximierung des eigenen wirtschaftlichen Vorteils setzten die Entrepreneurs billige Baustoffe ein und entlohten die ausführenden Handwerker und Tagelöhner so gering wie möglich.¹³¹ Die schlechte Bauausführung der märkischen Kolonisationsbauten ist auf diesen

Umstand zurückzuführen.¹³² Billigend in Kauf genommen wurde von den Entrepreneurs eine ungenügende Standsicherheit.¹³³ So wurde von einem Bauvorhaben Ende des 18. Jh. in Potsdam berichtet, dass abweichend vom Bauanschlag die tragenden Wände statt aus Ziegel aus preiswerteren Lehmsteinen errichtet worden waren¹³⁴ (vgl. S. 33). Klagen über baulich mangelhaft ausgeführte Bauten von Entrepreneurs und Bauunternehmen rissen auch in der ersten Hälfte des 19. Jh. nicht ab.

ADLIGE BAUHERREN

Während des 18. Jh. waren neben den Staatsverwaltungen auch adlige Grundbesitzer bedeutende Bauherren, vor allem auf dem Land.¹³⁵ Die Adligen nutzten sowohl die Fachkenntnisse der örtlichen als auch der übergeordneten Bauverwaltungen, oder sie beauftragten örtliche Bauhandwerker mit der Planung und Ausführung von Gebäuden. Soweit wie möglich wurden Dienstpflichten der Leibeigenen und der erbuntertänigen Landbevölkerung bei der Bauausführung in Anspruch genommen. Erst mit der Aufhebung der Leibeigenschaft – formal im Jahre 1810, faktisch erst in den 30er Jahren des 19. Jh. – war dieser wirtschaftliche Vorteil nicht mehr nutzbar.¹³⁶

PRIVATPERSONEN

Die freien Bürger stellten besonders in den Städten eine weitere große Bauherrengruppe, deren wohlhabender Anteil jedoch gering war. Die Bürger beauftragten zumeist örtliche Bauhandwerker mit der Planung und Durchführung von Bauaufgaben. Soweit staatliche akzeptable Förderprogramme während des 18. Jh. bestanden, wurden diese von den Bürgern genutzt.

2.3. BAUVERWALTUNG

Um seinem absolutistischen Selbstverständnis gerecht zu werden, baute der Staat eine Bauverwaltung auf, die sowohl als Bauherr wie auch als Kontrollinstanz auftrat. Bereits im 17. Jh. existierten solche Einrichtungen,¹³⁷ in deren Zuständigkeitsbereich u.a. Deich- und Kanalbau, oder die Ansiedlung landwirtschaftlicher Betriebe fielen.

Das staatliche Bauwesen wurde in den Provinzen durch die dortigen Kriegs- u. Domänen-Kammern verwaltet. In den Kreisen waren Land-Baumeister und in den Städten Bau-Inspektoren tätig. Die Provinzkammern wurden durch einen Bau-Direktor kontrolliert. Zu den Aufgaben der Bau-Inspektoren und Land-Baumeister gehörte es im letzten Drittel des 18. Jh., Risse und Anschläge zu erstellen und die konstruktiven Lösungen den Ausführenden zu erläutern. Ferner oblag es ihnen, Baukontrollen durchzuführen;¹³⁸ gleichzeitig hatten die Inspektoren das Recht, Privatarbeiten anzunehmen.¹³⁹

Unter Friedrich Wilhelm I. (1713-1740) wurde 1723 das Ober-Finanz-Kriegs- und Domänen-Direktorium als zentrale Landesbehörde für die inneren Angelegenheiten eingerichtet.¹⁴⁰ Die Verwaltung der Bau- und Wegesachen gehörte anfänglich nicht zu ihrem Aufgabenbereich.¹⁴¹ Infolge einer Neuorganisation des Ingenieurkorps wurden ab 1729 militärische und zivile Bauverwaltung getrennt.¹⁴² Seit der Mitte des 18. Jh. entstanden innerhalb des Zentral-Departements Sonderabteilungen. Eine solche Sonderabteilung war durch einen Ober-Bau-Direktor vertreten, der die Pläne und Voranschläge prüfte¹⁴³ und die Bau-Direktoren der Provinzen kontrollierte. Eine Oberaufsicht durch eine spezielle Baubehörde existierte nicht.¹⁴⁴

Während des zweiten Drittels des 18. Jh. wurden die Klagen über die allgemein schlechte Bauqualität und die mangelhaften Fachkenntnisse der Baubediensteten immer lauter. Kritisiert wurde beispielsweise die mangelhafte und viel zu kostspielige Bauausführung der Kolonistendörfer im Oderbruch.¹⁴⁵ Auch innerhalb der Verwaltung sah man inoffiziell einen Zusammenhang zwischen Bauqualität und den Kenntnissen und Fähigkeiten der jeweiligen Bau-Direktoren, deren Interesse an verbesserten Bautechniken gering war.¹⁴⁶ Die Bau-Direktoren oder Kameralisten, die staatlichen Baubediensteten, sollten eigentlich über fundierte Fachkenntnisse insbesondere hinsichtlich neuer Baumaterialien, feuersicheren Bauens und der Organisation des Kameralwesens verfügen.¹⁴⁷

Es ist anzunehmen, dass mit dem 1770 eingerichteten Ober-Bau-Departement diesen Missständen entgegengewirkt werden sollte. Das Ober-Bau-Departement war Teil des General-Ober-Finanz-Kriegs- und Domänen-Direktoriums und ersetzte den Ober-Bau-Direktor.¹⁴⁸ Sein Aufgabenbereich war sehr weit gefasst und beinhaltete alle Bereiche der zivilen Baukunst. Dazu gehörten der Maschinenbau, der Domänenbau sowie der Wasser- und Straßenbau als Teilaspekte der Baukunst.¹⁴⁹

Im einzelnen war dem Ober-Bau-Departement aufgetragen:

- die allgemeine Leitung der Bausachen und die Durchführungskontrolle des landesherrlichen Bauwesens, womit alle Kämmerei- und öffentlichen Stadtgebäude gemeint waren. Geprüft werden sollten einzureichende Bauanschlüsse¹⁵⁰ und Planungen solcher landesherrlichen Bauten, die von den Provinzialbaumeistern gefertigt und eingereicht worden waren;¹⁵¹
- die Mitwirkung bei der polizeilichen Aufsicht von Privatbauten;¹⁵²
- die Verbesserung und Vereinheitlichung der praktischen Baukunst auf der Grundlage wissenschaftlicher Theorien;¹⁵³
- die Förderung einer wissenschaftlich fundierten baukundlichen Ausbildung;¹⁵⁴
- die gutachterliche Tätigkeit (als oberste Instanz) bei Meinungsverschiedenheiten zu konstruktiven Bauausführungen in Form eines Kollegiums.¹⁵⁵

Obwohl formal mit dem Ober-Bau-Departement 1770 erstmals eine zentrale Baubehörde existierte, der auch die Mark Brandenburg unterstellt war,¹⁵⁶ fehlten die tätig werdenden Personen. Bis 1787 nahmen einige Bedienstete des Direktoriums die Aufgaben des Ober-Bau-Departements nebenamtlich wahr.¹⁵⁷ Erst mit dem Regierungsantritt Friedrich Wilhelm II. (1787-1797) erfolgte eine personelle Aufstockung.¹⁵⁸

Zur Revision von Bauunterlagen benötigte das Ober-Bau-Departement zum Teil Jahre, so dass die oberste Bauverwaltung den Bauverlauf selbst erheblich behinderte. Um einerseits das Ober-Bau-Departement zu entlasten, aber auch die vom Departement ausgehende Behinderung zu beseitigen, wurde ab 1800 beschlossen, dass nur noch sogenannte Anschläge, Anträge über 50 Taler einzureichen sind. Ab 1804 wurde die Überprüfung der Anschläge vollständig den Provinzialregierungen übertragen.¹⁵⁹

Ein spürbarer Einschnitt in die zentrale Bauverwaltung erfolgte mit der Verwaltungsreform von 1809/10.¹⁶⁰ Das Ober-Bau-Departement mit seinem „kollegialischen“¹⁶¹, d.h. amtsgenossenschaftlichen Arbeitsprinzip wurde endgültig zugunsten des hierarchisch-bürokratischen Prinzips der neuen Verwaltung aufgegeben. Interne Machtkämpfe der Verwaltung führten dazu, dass die Bauverwaltung in der ersten Hälfte des 19. Jh. wechselnden Ministerien zugeordnet wurde und sich die Amtsbezeichnung mehrfach änderte.

Mit der Reform von 1809/10 unterstand das „ganze Bauwesen“ und die „technische Bau-deputation“¹⁶² als Nachfolger des Ober-Bau-Departements der Gewerbepolizei im Ministerium des Inneren.¹⁶³ 1810 wurde die Bau- und Wegepolizei der Abteilung der allgemeinen Polizei und Sicherheitspolizei zugeordnet und das gesamte Bauwesen sowie die neu bezeichnete „Technische Ober-Bau-Deputation“ in die Abteilung Handel und Gewerbe eingebunden.¹⁶⁴ 1838 erfolgte dann die endgültige Trennung der baupolizeilichen Ordnungsfunktionen von der übrigen Bauverwaltung. Die Baupolizei mit allen Polizeikompetenzen unterstand fortan dem Ministerium des Inneren. Die Bauverwaltung wurde dem Handelsministerium übertragen, wodurch die Kompetenzen der Baubeamten eingeschränkt wurden.¹⁶⁵

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

Zu den Aufgaben der Ober-Bau-Deputation, ab 1810 Technische Ober-Bau-Deputation, gehörte neben der technischen Prüfung und Begutachtung von Bauvorhaben nun mit Bau-summen von über 500 Talern auch die Prüfung von Baukünstlern. In der Ober-Bau-Deputation waren fünf Stellen für „Geheime Oberbauräte“ vorgesehen. Einer dieser Oberbauräte war mit der ästhetischen Bearbeitung und Begutachtung öffentlicher Prachtbauten beauftragt und sollte die Erhaltung öffentlicher Denkmäler, die Sicherung der Überreste alter Kunst sowie Aufgaben in „Hochbau-Angelegenheiten“ kontrollieren. 1810 wurde K. F. Schinkel als Oberbaudirektor mit diesen Aufgaben betraut.¹⁶⁶ Von den Baubediensteten wurde in den ersten Jahrzehnten verstärkt erwartet, dass sie fachlich den zu kontrollierenden Entrepreneurs überlegen sein sollten.¹⁶⁷

BAUAUFSICHT

Während des 17. und frühen 18. Jh. wurden für Privatbauten vorrangig nachbarschafts-rechtliche Belange geregelt. Für Baustreitigkeiten wurde 1691 in Berlin eine Schlichtungs-stelle eingerichtet.¹⁶⁸ In Berlin galt ab 1641 eine Bauordnung, die formal erst 1853 durch eine neue Verordnung ersetzt wurde.¹⁶⁹ Die Rechte und die Zuständigkeit einer Baukontrolle wurden während des 18. Jh. in Berlin ständig zu Gunsten des Magistrats und des Gouver-neurs erweitert. 1706 mussten Baugesuche zuerst dem Gouverneur vorgelegt werden. Bauli-che Veränderungen mussten durch eine vorherige Besichtigung genehmigt werden. Gegen-über privaten Bauherren weitete die Verwaltung ihre Befugnis aus; in den Jahren 1710 und 1717 verfügte der Berliner Magistrat per Edikt, die Ausführung von Bauvorhaben nur noch durch Maurer und Zimmerleute zuzulassen.¹⁷⁰ Alle Bauvorhaben waren ab 1716 der Verwal-tung anzuzeigen.¹⁷¹ Staatliche Kontrollen der Bauanzeigen erfolgten ab 1739.¹⁷² Ab 1749 waren die Anzeigen mit Materialangaben zu versehen.¹⁷³ Ab 1751 musste die behördliche Bauerlaubnis für die Baumaßnahme vor Baubeginn vorliegen.¹⁷⁴

Im Verlauf des 18. Jh. erfolgte die Einführung halbamtslicher Amtszimmermeister, die ne-ben den „Ämterbauten“ auch die „Unterthanenbauten“¹⁷⁵ kontrollierten. Auf der Grundlage geforderter Bauzeichnungen und Anschläge waren die Vorhaben zu genehmigen, die danach offiziell nicht mehr verändert werden durften. Ein wesentlicher Grund dafür waren staatliche Baustofflieferungen, zu deren Kontrolle die Dorfschulzen oder Magistraten und ein vereidig-ter Amtszimmermeister herangezogen wurden.¹⁷⁶ 1787 übernahmen neben den Amtszim-merermeistern auch Amtsmaurermeister diese Aufgabe.¹⁷⁷ Diese Amtsmeister nahmen Ein-fluss auf die Konstruktion und die ästhetische Gestaltung der Privatbauten.¹⁷⁸ Sie waren in der Regel selbständige Unternehmer und nur nebenamtlich als Amtsmeister tätig.¹⁷⁹

Im letzten Drittel des 18. Jh. entstand eine Diskussion, inwieweit eine allgemeine Landes-Bauordnung zur Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Baukunst in den Provinzen, Kreisen

und Städten mit ihren unterschiedlichen Strukturen tatsächlich Anwendung finden könnte. Eine allgemeine Regelung wurde wegen der unterschiedlichen lokalen Anforderungen zum Teil für unmöglich erachtet.¹⁸⁰ Gültige Baureglements waren von den ausführenden Baumeistern als Vertretern der Bauverwaltung und Bauhandwerker zu berücksichtigen.¹⁸¹ Im Jahre 1794 wurde in der Mark das Allgemeine Landrecht (ALR) eingeführt, das nachrangig das polizeiliche Eingreifen der Bauaufsicht regelte, d.h. alle bereits bestehenden Verordnungen blieben weiterhin gültig.¹⁸² Das ALR ging davon aus, dass „Bauausführungen nicht zum Schaden und zur Unsicherheit des Gemeinwesens gereichen“ durften.¹⁸³ Die baupolizeiliche Kontrolle war in den großen Städten am stärksten und nahm mit geringer werdender Ortgröße ab.¹⁸⁴

Ausgelöst durch den Einsturz der Berliner Entrepreneurbauten des Lederhändlers Lintze und des Nagelschmieds Andre Anfang 1795, war die Bauverwaltung massiv gefordert, endlich Stellung zu den allgemein bekannten mangelhaften Bauausführungen der Entrepreneurbauten zu beziehen.¹⁸⁵

Einer Gewinnmaximierung Einzelner auf Kosten der Gebäudestandsicherheit und einer in Kauf genommenen Lebensgefährdung der Nutzer suchte die Verwaltung entgegenzutreten. Innerhalb der Verwaltung wurden Überlegungen angestellt, Entrepreneurbauten durch Bauinspektoren und Direktoren verschärft zu kontrollieren.¹⁸⁶ Grundsätzlich wurde diskutiert, ob für die sachgemäße und solide Bauausführung eine Bauherrenhaftung und eine vier bis fünf Jahre gültige Gewährleistungsübernahme einschließlich einer kostenfreien Reparatur durch die Ausführenden vorgeschrieben werden sollte.¹⁸⁷ Bei grober Missachtung der Standsicherheit wurde sogar der Entzug des Bürgerrechtes als Sanktion für die Handelnden vorgeschlagen.¹⁸⁸

Der Oberhof-Baurat und Stadtrat Moser legte dem Ober-Bau-Departement 1796 einen Entwurf zu einem Baureglement für die Stadt Berlin zur Prüfung vor.¹⁸⁹ Darin wurden detaillierte Baustoffangaben und eine Vermassung aller Bauteile für einzureichende Baugesuche gefordert. Gleichzeitig sollten die Bauhandwerker Gewährleistungsfristen für ihre Arbeiten garantieren,¹⁹⁰ und es sollte ein „Erlaubnis-Schein“¹⁹¹ von der kontrollierenden Verwaltung auf einen zuständigen Baumeister, nicht einen Bauhandwerker, ausgestellt werden. Die Bauhandwerker lehnten diesen Vorstoß der Bauverwaltung als Schikane und öffentliche Abwertung ihrer Berufe ab.¹⁹² Sie bezweifelten, dass die künstlerischen und theoretischen Kenntnisse der Baumeister ausreichen würden, und hielten den Vorteil ihrer praktischen Bauerfahrungen dagegen.¹⁹³ Die Einführung von Baugesuchen mit detaillierten Material- und Maßangaben hielten sie wegen der Verschiedenheit der Bauten und der unterschiedlichen Baustoffqualitäten für unmöglich und sahen darin lediglich eine zusätzliche schikanierende Kostenbelastung für die Bauherren.¹⁹⁴

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

Das Ober-Bau-Departement empfahl den Entwurf des Baureglements für Berlin als beispielhaft, der auch für andere Städte gelten sollte. Sie sahen in ihm ein Instrument zur Schaffung zweckmäßiger und dauerhafter Gebäude „ohne unerschwingliche Kosten“.¹⁹⁵ Die Durchsetzung dieses Reglements wurde immer wieder verschleppt, so dass in Berlin erst im Jahre 1853 eine neue Bauordnung gültig wurde.¹⁹⁶

STAATLICHE BAUFÖRDERUNG

Die staatliche Bauverwaltung nutzte Baufreiheitsgelder oder Baustofflieferungen als Instrumente zur Förderung des Bauwesens. Die Vergabe solcher finanziellen oder materiellen Mittel waren mit Baugeboten, detaillierten gestalterischen und konstruktiven Vorgaben oder zu erbringenden Dienstleistungen durch die jeweiligen Empfänger verbunden.¹⁹⁷ Neben den staatlichen Fördermitteln gewährte der König zusätzlich eigene finanzielle und materielle Unterstützung; die so subventionierten Vorhaben wurden als „Immediatisbauten“¹⁹⁸ bezeichnet. Die Kontrolle der sachgerechten Verwendung erfolgte durch Zeichnungen (vgl. S. 54) und detaillierte Kostenanschläge. Stärker als bei den frei finanzierten Bauten nahm die Verwaltung bei geförderten Bauvorhaben Einfluss auf „Eintheilung, Dauerhaftigkeit und Feuer-sicherheit“¹⁹⁹ sowie auf die Gestaltung.²⁰⁰ Mit dem wirtschaftlichen und politischen Zusammenbruch des preußischen Staatswesens in den Jahren 1806/7 wurde die staatliche Förderung unterbrochen.²⁰¹

2.3.1. BRANDSCHUTZ

Die häufigen und zerstörerischen Brände in Städten und Dörfern waren nicht nur für die Eigentümer der Gebäude eine erhebliche finanzielle Belastung. Sie wirkten sich auch nachteilig auf die Staatseinkünfte aus. Ursache der Brände waren sehr oft sich entzündende Rauchröhren. Die dominierenden Fachwerkbauten mit Stroh- und Holzeindeckungen führten zu einem schnellen Feuerüberschlag mit großflächigen Zerstörungen.²⁰² Märkische Beispiele der Feuersbrünste sind Garnsee (1711), Templin (1735), Rheinsberg (1740), Neuruppin (1787) und Alt-Ruppin (1791).²⁰³ In Berlin wurden bereits 1672 Brand- und Feuerordnungen zur Abwehr einer drohenden Feuergefahr eingeführt. Geregelt wurden einerseits die aktive Brandbekämpfung und andererseits bauliche Brandschutzmaßnahmen.²⁰⁴ Eine der Brandschutzmaßnahmen bestand darin, eine aufgelockerte und geordnete Bauweise vorzuschreiben, um einem Brandüberschlag weitgehend vorzubeugen.²⁰⁵ Beispielsweise setzte eine Vorschrift vom 10.05.1791 für die ländliche Bebauung fest, dass abgebrannte Gehöfte künftig auseinander zu bauen sind; dem folgte das „Edict wegen des Auseinanderbauens der Unterthanen Gehöfte und Gebäude in der Kurmark“²⁰⁶ vom 15. Juni 1795. Nebeneinander errichtete ländliche Wohn- und Wirtschaftsgebäude durften in der Kurmark fortan nicht mehr

verbunden werden. Potentielle Brandgefahren in Form von Backöfen und Schmieden mussten außerhalb der Orte angelegt werden.

Ein weiterer bedeutsamer Aspekt des Brandschutzes wurde um 1800 die Berücksichtigung der Brandbekämpfung durch die Anlage von Feuerwehruzugängen und durch bauliche Mindestabmessungen für technische Gerätschaften.²⁰⁷ Der konstruktive Brandschutz, durch die Wahl der Baustoffe und ihrer Bemessung und Verkleidung sowie eine abgestimmte Gebäudekonzeption, nahm in der ersten Hälfte des 19. Jh. einen wachsenden Raum innerhalb der Planung ein.²⁰⁸

FEUERBESTÄNDIGE BAUMATERIALIEN

Die Festlegung feuerfester Baumaterialien war uneinheitlich. Einer der wichtigsten feuerbeständigen Baustoffe war der Lehm in Form von Stein oder Mörtel. Im Unterschied zum Kalk büßt Lehm durch Brand nicht seine Bindefähigkeit ein.²⁰⁹ Daher waren in der Regel alle inneren, vor Nässe geschützten Brand- oder Feuermauern aus leicht gebrannten Ziegeln oder Lehmsteinen errichtet, während die der Witterung ausgesetzten Brandmauern aus Ziegeln bestanden.²¹⁰

Wegen des hohen Gewichts der Lehmsteine und ihrer geringeren Festigkeit²¹¹ wurde vor allem bei größeren Bauwerken Ziegel oder gebrochene Natursteine bevorzugt.²¹² Noch zu Beginn des 19. Jh. galten alle verfügbaren Mauersteine wie Ziegel, Feld-Kalksteine, Lehmputzen, Lehmsteine, Stampfsteine und Stampfwände als taugliche Baumaterialien für Brandschutzwände.²¹³

In den 30er Jahren des 19. Jh. wurden Natursteine zur Errichtung von Brandmauern wegen ihrer unzureichenden Feuerbeständigkeit als unzulässig eingestuft.²¹⁴

SCHORNSTEINE

Mit der allgemeinen Feuerordnung für die kurmärkischen Städte vom 1. November 1718 wurde der Versuch unternommen, den Einbau von Schornsteinen in Gebäuden zu erzwingen. Der Gebrauch der Feuerstelle war formal so lange untersagt, bis ein Schornstein errichtet war, der vom Boden über das Dach hinaus geführt wurde.²¹⁵ Vereinzelt wurden bereits Ende des 17. Jh. Brandschutzmaßnahmen vorgeschlagen, beispielsweise durch eiserne Türen für Feuerstellen.²¹⁶

Mit Ausnahme von herausragenden Bauwerken und von Bauten finanzkräftiger Bauherren wurden Schornsteine in der Regel aus Flechtwerk oder als Holzständerwerkkonstruktion mit ausgestackten Wänden und Strohlehmzöpfen erstellt, deren innen glatt geputzte Flächen die preiswertesten Schornsteinröhren bildeten. Gefährdet durch Wurmbefall, konnte sich der

Innenputz leicht lösen, worauf sich die Röhre schnell entzündete.²¹⁷ Diese auch als „Spießbäume“²¹⁸ bezeichneten Holzschornsteine stießen um die Mitte des 18. Jh. wegen der erhöhten Brandgefahr auf immer heftigere Kritik, so dass ihr Verbot bzw. ihre Abschaffung gefordert wurde.²¹⁹ Offiziell waren hölzerne Schornsteine in der Kurmark ab 1777 verboten.²²⁰ Obwohl die angedrohten Strafen für die widerrechtliche Errichtung hölzerner Schornsteine drastisch waren – so konnten ausführende Zimmermeister ihren Meistertitel verlieren, und die hölzernen Schornsteine wurden eingerissen²²¹ –, wurde die aus Flechtwerk erstellte Schornsteinröhre in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in der Praxis mit gemauerten brandsicheren Schornsteinen gleichgesetzt.²²² Die behördliche Kontrolle war während des 18. Jh. derart nachlässig, dass trotz angedrohter schwerer Strafen bis in das frühe 19. Jh. hölzerne Schornsteine keine Ausnahme waren.²²³

Formal wurde der konstruktive Brandschutz in der zweiten Hälfte des 18. Jh. und vor allem in der ersten Hälfte des 19. Jh. weiter ausgeweitet. Brennbare Baumaterialien durften nur in einem bestimmten Mindestabstand zu allen Arten von Feuerstellen und Rauchröhren eingesetzt werden (3 bis 18 Zoll (ca. 7,8 bis 46,8 cm)). Feuerstellen waren durch Lehm- oder Ziegelwände und Eisentüren abzugrenzen.²²⁴ Deckenbalken waren durch Wechsel im Abstand um die Schornsteine zu führen.²²⁵ Ende des 18. Jh. waren beispielsweise Küchenbrandmauern aus im Verband versetzten Lehmsteinen mit einem sogenannten „Schäbelehm“ so stark zu überziehen, bis eine Wandstärke von vierzehn bis fünfzehn Zoll²²⁶ (ca. 36,4 bis 39,0 cm) erreicht wurde (vgl. S. 97).

BRANDABSCHNITTE

Bereits gegen Ende des 17. Jh. hatte man unterteilende Brandmauern innerhalb eines Gebäudes oder zwischen mehreren Gebäuden vorgeschlagen, um einen Brandüberschlag zu verhindern. Als „Brand-“²²⁷ oder „Feuermauer“²²⁸ wurden alle Bauteile bezeichnet, die unmittelbar dem Feuer ausgesetzt waren oder das Feuer begrenzen sollten. Zu ihnen zählten Brandgiebel, Brandwände, Gewölbe, Schornsteine, Vorgelegemauern, Begrenzungen von Einheizkaminen und Dächer,²²⁹ die vorrangig bei Räumen mit offenem Feuer wie Küchen, Backöfen, Brennereien, Brauereien, Werkstätten etc. Verwendung fanden.²³⁰

Gemeinsames Merkmal der Brandmauern war ihre Herstellung oder Verkleidung mit Hilfe der vollständigen Verwendung von „Erdstoffe(n)“²³¹ oder anderen, nicht brennbaren Materialien. Beispielsweise galt im 18. Jh. eine Mauer als funktionsfähige Brandmauer, wenn sie mindestens eine²³² (und seit dem „Mandatum des Gouvernements und Policei Directorii vom 24. Sept. 1753“²³³) eineinhalb Steinlänge oder zwölf Zoll (ca. 31,4 cm) breit war. Die Brandmauer war über das Dach zu führen.²³⁴ Da die Außenmauern nach dem Verständnis von Mauern allgemein unterhalb des Daches endeten (vgl. S. 157 ff.), wurde ein Brand-

schutzgiebel bzw. eine Brandmauer innerhalb eines Daches gesondert behandelt. Eine ausreichende Lastableitung solcher Wände wurde allerdings nicht immer berücksichtigt.²³⁵ Die Mauerstärke dieser Brandgiebel wurde lokal durch die jeweilige Polizeiverordnung bestimmt.²³⁶ Für Halle in Sachsen-Anhalt wurde Ende des 18. Jh. ein Brandgiebel als Wellerwand (vgl. S. 153) beschrieben, der außen mit Gips oder mit Ziegeln verkleidet war.²³⁷

Die wichtigste Brandmauer in der ersten Hälfte des 18. Jh. war die Grenzwand nebeneinander stehender, innerstädtischer Gebäude.²³⁸ In einer Verordnung vom 25. November 1769 und einer Resolution vom 8. März 1770 wurde für gemeine Bürgerhäuser in den Residenzstädten Berlin und Potsdam bei gemeinschaftlich unterhaltenen Grenzwänden eine Mindeststärke von eineinhalb Fuß (ca. 47,1 cm) gefordert, damit diese Mauer einer für Brandmauern definierten Mauerbreite entsprach.²³⁹ Wenn Öffnungen in den Brandmauern überhaupt zugelassen wurden, dann sollten sie durch Eisentüren verschließbar sein.²⁴⁰ Für das Herzogtum Magdeburg wurde ein zusätzlicher Gipsüberguss der Eisentüren vorgeschlagen.²⁴¹ Ende des 18. Jh. wurde die Unterteilung in Brandabschnitte sowohl bei staatlichen als auch privaten Bauwerken wenig beachtet. Daran änderte sich auch nichts, als Ende des 18. Jh. aus Lehmsteinen errichtete Brandmauern eine gezielte finanzielle Unterstützung erhielten.²⁴²

BRANDSCHUTZWÖLBUNGEN

Gewölbe stellten im 16. und 17. Jh. die bedeutendste Maßnahme zum Brandschutz dar²⁴³ (vgl. S. 267 ff.), was ihre oberirdische Verwendung trotz der konstruktiv bedenklichen Horizontalkräfte rechtfertigte.²⁴⁴ Gewölbe garantierten einen feuersicheren Ort zum Schutz wichtiger und wertvoller Güter,²⁴⁵ weshalb sie für Archive, Schatz- und Vorratskammern nahezu unerlässlich waren.

Ergänzend zu der Raum begrenzenden Schutzfunktion (bei Bereichen mit offenem Feuer) wurden Gewölbe in der zweiten Hälfte des 18. Jh. verstärkt als horizontale Brandschutzmauern aufgefasst,²⁴⁶ die besonders für Brau- und Waschkhäuser, Darren, Brennereien und Küchen Anwendung fanden.²⁴⁷ Beispiele sind die ehemalige Küche der Communs in Potsdam (1766/69), die mit durchgehendem Kreuzgratgewölbe überwölbt ist, sowie eine ehemalige Zichorien-Brennerei in Berlin-Mitte, Große Hamburger Straße 19 (2.H. 18. Jh.), die vollständig mit Kreuzgratgewölben und Segmenttonnen gewölbt ist.

Die Brandschutzanforderungen vor allem für Gewerberäume mit offenem Feuer verschärfen sich ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. stetig. So wurde, basierend auf älteren Vorschriften, mit der Verordnung vom 4.7.1783 gefordert, über einem zu wölbenden Raum einer Darre ein Schornsteinrohr zu führen.²⁴⁸ In den Verordnungen vom 20. März 1796 und Januar 1798 wurde eine vollständige Wölbung und Eisenläden vor den Öffnungen für den Betrieb von Darren verlangt.²⁴⁹ Der durch Gewölbe sichergestellte Brandschutz wurde in der ersten

Hälfte des 19. Jh. auf die Gebäudeerschließung, insbesondere auf die Treppenanlagen, ausgeweitet²⁵⁰ (vgl. S. 305).

Infolge des wachsenden Stellenwerts der Gewölbe für den Brandschutz wurden während des 18. und frühen 19. Jh. eine Vielzahl an Erfindungen und Versuchen zu feuerfesten Gewölben unternommen.²⁵¹ Festgehalten wurde vor allem an halbkreisförmigen Tonnengewölben und an Kreuzgewölben als Brandschutzwölbung, teilweise mit der Einschränkung, dass die Gewölbestärke mindestens eine Steinlänge betragen sollte.²⁵² In der Mark wurden ab dem letzten Drittel des 18. Jh. die Gurtbogen und Kappengewölbe, eine flache Segmentbogenwölbung, die wichtigste feuerfeste Wölbung, auf die bis in das 20. Jh. zurückgegriffen wurde (vgl. S. 345 ff.).²⁵³

In Kombination mit Eisenankersystemen wurden Gurtbogen und Kappengewölbe in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. als Brandschutzgewölbe über das Erdgeschoss hinaus eingesetzt, wie in dem Beispiel der Berliner Bauakademie (1831-1836). In der Mark wurden in Verbindung mit gemauerten Stützenrastern ab Mitte des 19. Jh. auch Flachkuppelwölbungen als Brandschutzwölbung eingesetzt (vgl. S. 350 ff.).

Als Auflager eingesetzte Eisenträger für flache Segmentbogentonnen wurden bereits um 1800 als Brandschutzdecken geschätzt.²⁵⁴ Erst Anfang der 30er Jahre des 19. Jh. verwendete man Kompositdecken mit „eisernen Balken“, die jedoch erst in den 40er Jahren des 19. Jh. als sogenannte „Feuersichere Decken“²⁵⁵ durch Bauwerke wie das Neue Museum, Bodestrasse, Berlin (1841/55), und weitere Bauten in der Mark Brandenburg größere Beachtung fanden. Damit standen ab der Mitte des 19. Jh. einfache, in allen Stockwerken einsetzbare flache Brandschutzwölbungen zur Verfügung²⁵⁶ (vgl. S. 35 ff.).

Die ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. als besonders feuersicher geschätzten flachen doppelten Ringschichtengewölbe blieben in der Mark unbedeutend.²⁵⁷ Ursache war der notwendige Gipsmörtel, der in der Mark nur teuer hergestellt werden konnte (vgl. S. 101, 121). Das mangelnde Vertrauen in jegliche verfügbare Bindemittel verhinderte einen Einsatz gegossener Gewölbe im konstruktiven Brandschutz (vgl. S. 144 ff.).

2.3.2. STAATLICHE FÖRDERUNG VON BAUSTOFFEN UND BAUTECHNIKEN

Unter der Herrschaft von Friedrich Wilhelm (1640-1688) und Friedrich III. (1688-1713) wurden vorrangig in den Niederlanden ausgebildete Baufachleute angeworben, die mit Festungsbauwerken, Kirchen, Schlössern und sonstigen Bauaufgaben betraut wurden.²⁵⁸

Es ist anzunehmen, dass diese Fachleute wesentliche Impulse auf die technische Entwicklung in der Mark auslösten. Unter ihrem Einfluss entstanden beispielsweise das Waisenhaus in Oranienburg, Landkreis Oberhavel, das 1675,²⁵⁹ sowie in der ersten Hälfte des 18. Jh. das Schloss Stern (1730/32) und die Gebäude des holländischen Viertels (1736/42) in Potsdam. Die Besonderheit dieser ziegelsichtigen Bauwerke besteht in der Verwendung witterungsbeständiger Ziegel, die in einem Kreuzverband verarbeitet wurden. Sowohl witterungsbeständige gleichförmige Ziegel als auch Mauerwerke in einem geordneten Block- bzw. in Kreuzverbänden genossen unter Hinweis auf die Niederländer während des 17. bis zu Anfang des 19. Jh. die höchste Wertschätzung²⁶⁰ (vgl. S. 68 ff., 105 ff.).

STEIN- UND MAUERWERKSQUALITÄTEN

Um die Ziegelqualität in den jeweiligen Ländern zu verbessern oder um sich einen Vorrat an hochwertigen Ziegeln anzulegen, verpflichteten einige Landesherren Niederländer zur Ziegelherstellung auf eigenem Territorium. In der Umgebung von Bernburg wurden beispielsweise im Jahre 1766 dreißig Niederländer mit der Produktion „sogenannte(r) Lückerswaalen oder Wallonen“²⁶¹ beauftragt. Vergleichbare Aktivitäten sind für die Kurmark anzunehmen. Die Bauverwaltung beabsichtigte, sowohl die Aufbereitung der Rohmasse als auch die Anlage der Brennöfen zu optimieren. Dennoch blieb die Herstellung gleichförmiger, hochwertiger und witterungsbeständiger Ziegel bis in das 19. Jh. schwierig und kostenintensiv (vgl. S. 105).

Im letzten Drittel des 18. Jh. setzte sich der Ober-Hof-Baurat Becherer für eine Erfassung aller verfügbaren Ziegelsorten ein, um die Voraussetzungen für die jeweilige Ziegelqualität zu erfassen. Es sollte der Frage nachgegangen werden, welchen Einfluss Rohstoffe, Verarbeitung und Brand auf die Ziegelqualität haben. Im Rahmen des Bromberger Kanalbaus Ende des 18. Jh. unternahm das Ober-Bau-Departement gezielte Versuche zur Qualitätsverbesserung.²⁶² Um diese im Berliner Raum zu erzielen, setzte die Oberbaudeputation ihre Aktivitäten in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. mit der Errichtung von Ziegeleien, z.B. der Joachimsthaler Ziegelei, fort.²⁶³

Voraussetzung für stabile, einheitliche Mauerverbände mit verzahnt angeordneten Ziegeln sind gleichförmige Ziegel mit vergleichbaren Festigkeiten. Solche Mauerwerksver-

bände wurden als wesentlich angesehen, um die Mauerstabilität sicherzustellen (vgl. S. 163 ff.). Die Bauverwaltung suchte daher in den 80er Jahren des 18. Jh. die Formate zu vereinheitlichen und festzuschreiben²⁶⁴ (vgl. S. 68 ff.).

Um dem Mauerwerksbau innerhalb der Mark mehr Gewicht zu verleihen, erfolgte 1787 die Einführung von Amtsmaurermeistern,²⁶⁵ die neben den bereits existierenden Amtszimmermeistern die Bauausführung, vornehmlich auf privaten Baustellen, erarbeiteten und kontrollierten.

MASSIVBAU

Massive Gebäude, vorrangig solche aus Ziegelmauerwerk, standen während des 18. Jh. in dem Ruf, dauerhafter und in ihrer langfristigen Bauunterhaltung preisgünstiger als hölzerne Fachwerkgebäude zu sein²⁶⁶ (vgl. S. 157). Vor diesem Hintergrund und in der Absicht, Bauholz einzusparen, verordnete das Ober-Bau-Departement, dass verrottete Schwellen von Fachwerkbauten durch Ziegelmauerwerk bis zum ersten Riegel ersetzt werden sollten.²⁶⁷ Dennoch prägten in der Mark während des 18. Jh. vorwiegend Fachwerkbauten mit Lehm- oder Ziegelgefachen die Landschaft. Bis ins 19. Jh. überstiegen sie in ihrer Anzahl die massiven Gebäude, und Holzständerwände mit Ziegelgefachen wurden noch Ende des 18. Jh. in Frankreich als „Preußische Wände“²⁶⁸ bezeichnet.

Holz war der beherrschende Baustoff einer ständig wachsenden Bautätigkeit und führte, zusammen mit dem stetig größer werdenden Brennholzbedarf, zu einer Nachfrage, die aufgrund der schwindenden Holzvorkommen nicht mehr befriedigt werden konnte. Eine weitere massive Gefährdung der Holzbestände wurde durch einen 1781 einsetzenden Schädlingsbefall verursacht,²⁶⁹ dem die Bauverwaltung mit intensiven Bemühungen um Ersatzstoffe zu begegnen suchte. Staatliche Vorhaben waren gefährdet, z.B. der Bau von Manufakturen und Schleusen. Auf der Suche nach preiswerten,²⁷⁰ holzsparenden und witterungsbeständigen²⁷¹ Ersatzbaustoffen stellten gebrannte Ziegel keine Alternative zu den holzintensiven Fachwerkgebäuden dar, da die Ziegelherstellung große Brennstoffmengen erforderte, die in der Mark nur in Form von Torf, jedoch überwiegend von Holz zur Verfügung standen.

Eine immer wieder genutzte Möglichkeit, den Steinbedarf zu befriedigen, bestand in der Verwendung vorgefundener Ziegel baufälliger oder zum Abriss bestimmter Gebäude. Diese Verteilung erfolgte innerhalb der Dörfer und Städte, beispielsweise in Brandenburg, aber auch darüber hinaus; z.B. wurde in den Jahren 1722/24 das Große Militärwaisenhaus in Potsdam mit Hilfe von Abbruchmaterial der Marienkirche auf dem Harlunger Berg aus Brandenburg errichtet.²⁷² Für den Wiederaufbau der Stadt Neuruppin nach 1787 wurden Abbruchziegel der Altruppinen Burg für besonders beanspruchte Bauteile wie Sockelmauern eingesetzt. Beispiele sind das Armen- und Siechenhaus, Schifferstraße 2, (um 1790) und das

Wohnhaus in der Rudolf-Breitscheid-Straße 18 (um 1780), beide Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin.

Massive Lehmbauten

Auf der Suche nach Ersatzstoffen für das rare Baumaterial Holz, mit Hilfe derer sich gleichzeitig dauerhafte Gebäude herstellen ließen, wurde auf den nicht brennbaren Lehm und Bruchsteine zurückgegriffen.²⁷³

Vor allem der Lehm genoss den Ruf eines nahezu überall preiswerten und verfügbaren Baustoffes,²⁷⁴ der sich auch von ungelernten Kräften leicht verarbeiten ließ.²⁷⁵ Raumklimatische Vorzüge des Lehms, auch wenn sie vereinzelt angeführt wurden,²⁷⁶ spielten dabei für die staatliche Förderung keine Rolle.²⁷⁷

Die staatliche Einführung und Förderung massiver Lehmbauweisen war eine in der zweiten Hälfte des 18. Jh. allgemein verbreitete und anerkannte Möglichkeit, den Holzbedarf zu reduzieren. Christine Helga Bauer zeigt in ihrer Dissertation gleichartige Aktivitäten und Absichten der Verwaltung in Hessen-Kassel bzw. Kurhessen auf.²⁷⁸ Ebenso berichtet der Reichsanzeiger von einem 1765 in Stuttgart durch einen Hofrat Archenholz errichteten Lehmgebäude.²⁷⁹ Im heutigen Bundesland Mecklenburg-Vorpommern wurden um 1770 ebenfalls massive Lehmbautechniken eingeführt.²⁸⁰

Das „Preußische General-Directorium“ in Berlin schrieb eine Prämie für eine Anleitung zur Herstellung von Lehmputzen und zum Erlernen des Ziegelstreichens aus, die der Baubeamte E.S.H. Böthcke für seine Schrift „Beyträge zur Lehre wie man mit möglichster Schonung des Holzes alle Landgebäude wohlfeil, dauerhaft und feuersicher bauen kann. Berlin 1795“ erhielt. Überschwänglich äußert sich Böthcke darin: „Lehmmauern sind keine Mode- neuigkeit, sondern wahres Staatenbedürfnis“²⁸¹.

Dennoch waren die Vorbehalte gegenüber dem Lehm gewaltig. Lehmbauten haftete das Stigma des Minderwertigen und Kunstlosen an.²⁸² Im 16. Jh. standen Lehmbauten für alte, schlechte Behausungen sozial benachteiligter Bevölkerungsgruppen.²⁸³ Die Geringschätzung der als „Dreck- oder Kothhäuser“²⁸⁴ bezeichneten Lehmbauten in der zweiten Hälfte des 18. Jh.²⁸⁵ änderte sich auch in der ersten Hälfte des 19. Jh. nicht wesentlich: Lehmbauten galten weiterhin als Behausung armer Leute.²⁸⁶ Diese pauschalen Vorurteile blieben hartnäckig bestehen, obwohl Lehm bis in die Mitte des 19. Jh. eines der wichtigsten Baumaterialien war.²⁸⁷ Auch die ansonsten aufwertende Erkenntnis, dass Lehm ein in der Antike eingesetzter Baustoff war, blieb ohne Wirkung.²⁸⁸ Letztendlich betrachtete das Ober-Bau-Departement die massiven Lehmbauweisen als Surrogat für fehlende Ziegel, das vorrangig für Gebäude untergeordneter Wichtigkeit oder für als sozial niedrig eingestufte Benutzergruppen vorgesehen war.²⁸⁹ Die Lehmbau-Gegner bezweifelten prinzipiell die Standsicherheit der massiven Lehmgebäude²⁹⁰ und unterstellten einen ständigen Ungezieferbefall.²⁹¹ Die Mitglieder des

Ober-Bau-Departments führten eingetretene Bauschäden auf fehlerhafte Konstruktionen bzw. eine mangelhafte Verarbeitung zurück und wiesen die dem Lehm zugeschriebenen Anfälligkeiten als völlig unbegründet zurück.²⁹² Zu allen massiven Lehmbautechniken ließ das Ober-Bau-Departement Versuchsbauten errichten und untersuchte gezielt Herstellung und Standsicherheit (vgl. S. 41 ff.). Um die einzelnen Techniken bekannt zu machen, wurden Herstellungsanleitungen verfasst, die den unteren Baubeamten und bauwilligen Untertanen zugänglich gemacht wurden. Gestützt auf Verordnungen und Verbote, aber auch auf finanzielle Anreize, suchte das Ober-Bau-Departement die massiven Lehmbautechniken einzuführen.²⁹³ Gleichzeitig wurden beispielhafte und besonders ansehnliche Bauwerke in der jeweiligen Technik errichtet, um sie damit als Musterbauten und sichtbare Beweise ihrer Funktionsfähigkeit zu propagieren.²⁹⁴

In der Umgebung von Magdeburg, Halberstadt, dem Saalekreis und in Teilen von Sachsen,²⁹⁵ vor allem aber in der Leipziger Umgebung,²⁹⁶ wurden Wellerbauten zum Teil mehrgeschossig als massive Lehmbauten seit Jahrhunderten angewandt (vgl. S. 153). In der Kurmark hingegen waren massive Lehmbauweisen, schon wegen der wenig geeigneten märkischen Lehmvorkommen,²⁹⁷ nicht gebräuchlich.²⁹⁸

Nach dem Siebenjährigen Krieg (1756-1763) wurden Menschen mit entsprechenden Kenntnissen in der Lehmherstellung gezielt in solchen Gegenden angesiedelt, in denen diese Bautechnik unbekannt war; z.B. siedelte man Arbeiter aus der Magdeburger Umgebung in Schlesien an.²⁹⁹ Über ähnliche Ansiedlungen berichtet J.G. Lange für Mecklenburg.³⁰⁰ In diesen beiden Fällen lässt sich vermuten, dass Herstellungstechniken der Wellerbauten vermittelt werden sollten. Inwieweit Techniken der Wellerbauten in der Mark eingeführt wurden, ist derzeit noch nicht geklärt.

Geschalte Massivwände

Zu den in der Mark vorrangig durch die Bauverwaltung untersuchten massiven Lehmbausystemen gehörten geschalte Stampflehmwände und Lehmsteinmauerwerke.³⁰¹ Beachtung fanden geschalte Lehmwände, sogenannte „Stämpel-Arbeit“, die als Versuchsbauten 1785 von sächsischen Kolonisten in Schlesien mit der Absicht errichtet wurden, diese Bauweise dort einzuführen³⁰² (vgl. S. 144 ff.). In Eisleben im heutigen Sachsen-Anhalt experimentierte ein Johann Rudolph 1786 mit Erd-Stampfbauten.³⁰³ Geschalte Wandsysteme stellten ab dem letzten Drittel des 18. Jh. eine preisgünstige Möglichkeit in vielen europäischen Ländern dar, um einfache Wohn- und Wirtschaftsgebäude errichten zu können,³⁰⁴ so etwa in Großbritannien, Schweden, Österreich, Ungarn und Frankreich.³⁰⁵

Neben Lehm und Erde wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. auch mit Schlacken und gegossenem Mörtel experimentiert.³⁰⁶ In aufgestellte Schalungen wurden Schlacken mit einem dünnflüssigen Mörtel eingebracht. Die Schlacken waren ein Abfallprodukt der Metallverhüt-

tung,³⁰⁷ das in der Nähe der Hüttenwerke preiswert zur Verfügung stand (vgl. S. 63). Geschätzt wurde die Schlacke wegen ihres geringen Gewichts, günstiger Dämmeigenschaften³⁰⁸ und ihrer Beständigkeit gegenüber Feuchtigkeit.³⁰⁹ In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. nahm man sogar an, dass die Schlacke wegen ihres porigen Gefüges sogar beständiger als der Marmor sei.³¹⁰ Da in der Kurmark keine Hüttenwerke existierten, blieb der Baustoff Schlacke eine Ausnahme.³¹¹ In der Neumark dagegen, wo in der zweiten Hälfte des 18. Jh. Eisen verhüttet wurde, suchte der Ober-Hof-Baurat Becherer Ende des 18. Jh. die bauliche Verwendung von Schlacke in dem Ort Vietz zu fördern.³¹² Zu dieser Zeit kannte man bereits vergleichbare Bemühungen aus England und Schweden.³¹³

Im zweiten Drittel des 18. Jh. waren Versuche mit gestampftem Lehm in Ungarn, Mähren und Bayern technisch erfolgreich.³¹⁴ Auch in der Umgebung von Leipzig entwickelte der sächsische Ober-Baudirektor Dauthe Herstellungstechniken für geschalte Lehmstampfbau-techniken und wendete sie erfolgreich an.³¹⁵ Eine allgemeine Begeisterung für diese Techniken führte um 1800 dazu, Stampfwände in der Stabilität vereinzelt mit Steinmauerwerken gleichzusetzen.³¹⁶ Anfang des 19. Jh. waren geschalte Wandsysteme in der Mark, in Schlesien, Mecklenburg und Sachsen³¹⁷ sowie in anderen Gegenden, wie z.B. in Weilburg, Herzogtum Nassau,³¹⁸ vorhanden und bekannt.

Neben einer Vielzahl an Herstellungsanleitungen trug die 1792 erschienene Schrift zu gestampften Erdwänden von François Cointereaux und ihre 1793 herausgebrachten Übersetzungen „Schule der Landbaukunst“, Hildburghausen, „Schule der Landbaukunst“, Nürnberg, und „Lehrbegriff der Baukunst“, Wien,³¹⁹ wesentlich dazu bei, dass geschalte Stampfwände eine stärkere öffentliche Beachtung fanden.³²⁰

Der Leipziger Professor Christian Ludwig Seebaß übersetzte die Schrift von François Cointereaux ein weiteres Mal und brachte sie 1803 unter dem Titel „Die Pisé-Baukunst, in ihrem ganzen Umfang, oder vollständige und faßliche Beschreibung des Verfahrens...“ mit Ergänzungen heraus. Die Schrift sowie die Ergänzungen wurden von David Gilly allerdings vernichtend beurteilt, da er die beschriebene Schalung und das Herstellungsverfahren für zu aufwendig und teilweise nicht durchführbar hielt.³²¹

Gilly hatte in einer anfänglichen Euphorie für geschalte massive Lehmwände die „Praktische Anleitung aus der Landbaukunst betreffend den Bau der sogenannten Lehm- oder Wellerwände. Berlin 1787“ verfasst und damit beabsichtigt, die Herstellungstechnik allgemein bekannter zu machen. (Irreführend ist die von ihm gewählte Bezeichnung der „Wellerwände“,³²² da Wellerbauten auch ohne Schalungen hergestellt wurden (vgl. S. 144).) Versuchsweise in der Mark errichtete massive Lehmbauten ergaben, dass der Herstellungsaufwand insbesondere für die Schalung und die intensive Bearbeitung der Rohmasse zu groß war in Relation zum erzielbaren Ergebnis.³²³ Da weitere Angaben zu den Gebäuden fehlen, ist nicht bekannt, ob sie heute noch existieren.

Die Bauwerke ließen sich nicht maßhaltig herstellen.³²⁴ Eine dauerhafte Verbindung der einzelnen Außen- und Innenwände schien mit dieser Technik nicht ohne größeren Aufwand herstellbar zu sein,³²⁵ so dass diese Technik nur für einfache Gebäude anwendbar erschien.³²⁶ Es ist anzunehmen, dass die Mitglieder des Ober-Bau-Departements über das Untersuchungsergebnis enttäuscht waren. Die Einstufung als eine besonders preiswerte, einfache und äußerst unproblematische Herstellung erwies sich als Irrtum, zumal der Aufwand für die Herstellung der Schalgerüste unterschätzt wurde. Zudem vermochten Tagelöhner oder andere Hilfskräfte die Herstellung nicht fachgerecht auszuführen.³²⁷ Als Ergebnis dieser Versuche favorisierten die Mitglieder des Ober-Bau-Departments in den 90er Jahren des 18. Jh. Lehmsteinmauerwerke.³²⁸ Das Interesse an geschalten massiven Wandsystemen blieb trotz dieser Misserfolge weiter bestehen.

Auf den schlesischen Gütern in Oberstchirna und in dem Dorf Ronicken wurden 1795 Versuche mit geschalten massiven Stampfbauten, sogenannten Pisébauten, unternommen. Im Auftrag des Ober-Bau-Departements führte der Baubeamte Held dort Untersuchungen durch, deren Ergebnisse in eine 1808 publizierte Anleitung einfließen.³²⁹ Weitere geschalte Lehmstampfbauten wurden um 1800 unter der Leitung des Bauinspektors Held, des Bergrats Eiselen und des Ober-Baudirektors Triest in Berlin-Steglitz errichtet, die heute jedoch nicht mehr existieren.³³⁰ Möglicherweise handelt es sich auch um die noch heute bestehenden Stampfbauten auf der benachbarten Domäne Dahlem.

In den 20er Jahren des 19. Jh. engagierte sich der Baubeamte S. Sachs für geschalte Stampfwände.³³¹ Dabei übertrug er sämtliche bekannte, in Ziegel ausgeführte Bauteilkonstruktionen für Fenster, Türen, Umfassungsmauern, Gewölbe etc. kurzerhand auf geschalten und gestampften Lehm.³³² Um 1822 wurde unter seiner Leitung ein ca. 125 Meter langes militärisches Wirtschaftsgebäude auf dem Kasernenhof des Kaiser-Alexander-Grenadier-Regiments in Berlin errichtet, welches heute nicht mehr vorhanden ist.³³³ Geschalte Lehmstampfbauten als preiswerte Ersatzlösung verloren in der zweiten Hälfte des 19. Jh. an Bedeutung.³³⁴ Die Stelle von Lehm nahmen zunehmend Lehm-Sand- und Kalk-Sand-Gemische als Schüttgut ein (vgl. 144 ff.). Ähnliche Versuche mit Schüttmörteln wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. in nahezu allen europäischen Ländern unternommen, z.B. in Frankreich, England und Schweden.³³⁵ In Berlin führte der bereits erwähnte Baubeamte S. Sachs in den Jahren 1824 bis 1826 nicht weiter bekannte Versuchsbauten mit einem Schüttbeton durch.³³⁶

Größere Aufmerksamkeit löste in der Mark ein Bericht über mehrgeschossige geschalte Gebäude aus, die nach den Vorgaben des Schweden Rydin in Stockholm 1828 erbaut worden waren. Angeregt durch das Stockholmer Beispiel, führte J. G. Prochnow seit den 30er Jahren des 19. Jh. in Pommern weitere Versuche mit unterschiedlichen Mörtelmischungen durch.³³⁷ Gemeinsam mit dem Leiter der Königlich-Preußischen Akademie des Landbaus zu

Möglin, (heute Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch) Thaer, publizierte er 1835 eine Herstellungsbeschreibung des Stockholmer Beispiels.³³⁸ Die Herstellung entsprach weitgehend den geschalten Stampflehmbauten.³³⁹ Der Landes-Oekonomie-Rath Thaer ließ Wohnhäuser als Versuchsbauten errichten,³⁴⁰ die bis heute allerdings noch nicht lokalisiert werden konnten.

Weitere Modellbauten in „Kalk-Sand-Pisé“³⁴¹ waren Streckengebäude an der Eisenbahnstrecke Berlin-Potsdam (1837/38). Der Modellversuch galt wegen falsch kalkulierter Lohnkosten als gescheitert. Die neue, positiv bewertete Bautechnik fand in der ausschlaggebenden Kalkulation keine Beachtung.³⁴² Das System der geschalten Kalk-Sand-Stampfwände gewann in den 30er und 40er Jahren des 19. Jh. dennoch größere Beachtung, insbesondere für Wasser- und Landbauten.³⁴³ Diese Technik ermöglichte es, binnen kurzer Zeit massive und witterungsbeständige Bauwerke bequem und preiswert errichten zu können (vgl. 144 ff.).³⁴⁴ Für städtische und repräsentative Bauwerke fanden geschaltete Wandsysteme jedoch bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. keine Anwendung.

Lehmsteinmauerwerke

Nahezu zeitgleich mit der Förderung der geschalten Stampflehmwände wurde mit geformten, luftgetrockneten Lehmsteinen als Ersatzstoffen experimentiert. Getrocknete Lehmsteine waren keine neue Erfindung,³⁴⁵ jedoch war ihre ausschließliche Verwendung als massive Lehmwand ein Novum. Der während des 18. Jh. für die Stabilität als ausschlaggebend eingestufte Steinverband wurde auf die „viereckigen getrockneten Leimenstücken“³⁴⁶ übertragen. Die Lehmsteinmauerwerke zeichneten sich durch kürzere Trockenzeiten³⁴⁷ und geringeres Schwinden³⁴⁸ gegenüber den geschalten Stampflehmwänden aus.³⁴⁹ Lehmsteine ließen sich zudem aus den märkischen Lehmvorkommen wesentlich einfacher herstellen als die geschalten Stampflehmwände.

Lehmpatzen, Lehmsteine mit organischen Zusätzen (vgl. S. 84 ff.), wurden mit dem 14. Juni 1764 im Breslauer Verwaltungsbezirk als Lehmpatzenbau eingeführt.³⁵⁰ Dennoch waren im Jahre 1774 Lehmpatzenbauten in Schlesien immer noch weitgehend unbekannt.³⁵¹ Vergleichbare Verordnungen sind auch für die Mark anzunehmen. Die Bemühungen, Lehmsteine als Baumaterial für massive Gebäude zu nutzen, beschränkte sich nicht auf Preußen. Beispielsweise experimentierte 1787 der Militärbeamte Fuchs in Elxleben in der Nähe von Arnstadt mit Lehmsteinen und ließ ein sogenanntes „Leimen-Backstein-Haus“ erbauen.³⁵²

Das Ober-Bau-Departement veranlasste 1789 die Errichtung eines Probebaus, eines Unterförsterhauses mit Stall, in der „Spandowischen Heide“ zwischen Charlottenburg und Potsdam.³⁵³ Bereits 1782 hatte das Ober-Bau-Departement modellhafte, größere Lehmsteinbauten unterstützt, so ein nicht näher bezeichnetes Landgut;³⁵⁴ möglicherweise war es das heute nicht mehr vorhandene Gut Hohenbruch, Landkreis Oberhavel, auf dem mehrere Wohn- und

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

Wirtschaftsgebäude, u.a. ein zweigeschossiger Kornspeicher aus Lehmputzen, ausgeführt worden waren.³⁵⁵ Größere Beachtung fanden Versuche mit Lehmputzenbauten um 1795 in Westpreußen.³⁵⁶

Mit einer königlichen Verfügung vom 7. August 1790 wurde versucht, den Lehmputzenbau durchzusetzen und damit Holz einzusparen.³⁵⁷ Der Schwerpunkt für die Umsetzung lag auf den Amtsdörfern, der untersten Verwaltungseinheit.³⁵⁸ Dazu wurden die als Lehmputzenbauten errichtete „Untertanenhäuser“ finanziell gefördert, was sich allerdings ausschließlich auf die Hauptgebäude bezog,³⁵⁹ wie etwa auf das Pfarrhaus in Neu-Langerwisch (1796-1801). Sämtliche Nebengebäude wie Ställe und Scheunen wurden weiterhin in Fachwerk errichtet.³⁶⁰

Zur Herstellung und Verarbeitung der Lehmputzen verfasste David Gilly³⁶¹ eine Anleitung mit dem Titel „Beschreibung einer vortheilhaften Bauart mit getrockneten Lehmziegeln. Berlin 1790“, die zwecks Verbreitung der Herstellungsmethode 1795 durch das Ober-Bau-Departement in 200 Exemplaren an untergeordnete Dienststellen verteilt wurden.³⁶²

Neben den Lehmputzen wurden Lehmsteine ohne organische Zuschläge entwickelt, deren möglichst gleichmäßige Formate mit denen der Ziegel kompatibel waren (vgl. S. 84 ff.).³⁶³ Um die Stabilität und die Dauerhaftigkeit der Lehmsteinbauten zu überprüfen,³⁶⁴ veranlasste David Gilly stellvertretend für das Ober-Bau-Departement Mitte 1794 die Errichtung eines Versuchsbaus im Spandauer Forst. Dieser Bau wurde aus Lehmputzen und Lehmsteinen aufgeführt, in dem zusätzlich ein flaches Kreuzgewölbe aus Lehmsteinen eingezogen wurde.³⁶⁵ An dem Bau wurden Feuerversuche durchgeführt, und durch Bewurf mit „schweren Bomben“³⁶⁶ untersuchte man die Gewölbestabilität. Die Bewertung der Lehmsteine fiel bis auf ihre Funktion als Gewölbesteine durchweg positiv aus.

Es ist anzunehmen, dass das Gutshaus in Klein-Machnow, Landkreis Potsdam-Mittelmark, um 1800 als Lehmsteinbau errichtet,³⁶⁷ einer der Vorzeigebauten für das Ober-Bau-Departement war. Lehmputzen und stärker noch die Lehmsteine zählten gerade im ländlichen Raum zu den wichtigen Baumaterialien in der ersten Hälfte des 19. Jh., jedoch nicht in Form massiver Lehmputzenbauten, sondern in Kombination mit Ziegeln (vgl. S. 68, 84 ff.).

Natursteinmauerwerke

In den 80er und 90er Jahren des 18. Jh. pries das Ober-Bau-Departement Natursteinmauerwerke als kostengünstige Lösung an, insbesondere für ländliche Bauten sowie Wirtschafts- und Wohngebäude.³⁶⁸ Der mit den Natursteinmauerwerken verbundene höhere Arbeitsaufwand für die Steinbearbeitung und die Aufschichtung der Steine wurde mit einer längeren, nicht weiter bestimmten Standzeit gerechtfertigt³⁶⁹ (vgl. S. 91, 139 ff.). Die Mitglieder des Ober-Bau-Departements entwarfen in den 90er Jahren des 18. Jh. Herstellungs- und Bearbeitungsempfehlungen, um der Verbreitung von Natursteinmauerwerken Vorschub zu leisten.³⁷⁰

Zur Legitimierung der Natursteinmauerwerke wurde auf historische Beispiele wie die Oberkirche in Frankfurt an der Oder verwiesen.³⁷¹ Vorbildcharakter für Natursteinmauerwerke hatten die vor 1797 errichteten Wirtschaftsgebäude auf dem Vorwerk Schöneberg sowie die heute noch existierenden Wohn- und Wirtschaftsgebäude auf dem Gut „Has(s)elberg“³⁷², heute Landkreis Märkisch-Oderland. Vorrangig als Mauerverkleidung für landwirtschaftliche Nutzbauten kam den Natursteinmauerwerken während des 19. Jh. eine wachsende Bedeutung zu.

2.4. BAUKUNST ALS WISSENSCHAFT

Baukunst

Unter dem Begriff Baukunst verstand man im 18. Jh. alle durch Menschen geschaffenen Bauwerke. Im wesentlichen wurde dabei in Kriegs- und Zivilbaukunst differenziert.³⁷³ Dies manifestierte sich beispielsweise in der Aufteilung der Bauverwaltungen (vgl. S. 22). Der Kriegsbaupunkst wurden alle zu Kriegszwecken benötigten Bauwerke zugeordnet, worunter Festungsbauwerke, aber auch Waffen oder Kriegsschiffe zählten. Die Zivilbaukunst, die auch als „Statt-Haus-Friedens- oder Bürgerliche Baukunst“³⁷⁴ bezeichnet wurde, umfasste alle im weitesten Sinne nicht militärisch genutzten Werke, wozu Schiffsbau,³⁷⁵ Wasserbau, Maschinenbau, Straßenbau³⁷⁶ und Prachtbau gerechnet wurden.³⁷⁷

Innerhalb der Zivilbaukunst erfolgte in der zweiten Hälfte des 18. Jh. eine begrifflich sehr vage Untergliederung von baulichen Anlagen und Bauwerken, was mit neu entstandenen Begriffen wie „Landbaukunst“,³⁷⁸ „ökonomische Baukunst“,³⁷⁹ „cammeralistische Baukunst“,³⁸⁰ Häuserbaukunst³⁸¹ oder „Domainenbau“³⁸² umschrieben wurde. In einer weiteren Unterteilung wurde je nach Funktion bzw. vorbestimmter Nutzung in öffentliche und bürgerliche/private Bauwerke unterschieden.³⁸³ Die Zivilbaukunst umfasste:

- Herrschaftsbauten und öffentliche Repräsentationsbauten, beispielsweise Paläste, öffentliche Plätze, Schauspielhäuser, Triumphbögen,³⁸⁴ Magistratebauten, geistliche Bauten (Kirchen und Schulen), öffentliche Anstalten etc.;
- alle Arten von Wohngebäuden, wie Grenadierhäuser, Kolonien, Prediger- und Schullehrerwohnungen etc.;
- technische Bauwerke, wie Brückenbauten, etc.;
- landwirtschaftliche Nutzbauten wie Kornhäuser, Scheunen, Stallungen, Domainenbauten, etc.;
- handwerklich-industrielle Bauwerke, wie Salzkotten-Anlagen, Schmieden, Fabrikbauten, Brauereien etc.³⁸⁵

Eine dauerhafte Ausführung und eine auf die Nutzung, den „Hauptzweck“³⁸⁶, ausgerichtete Grundrisskonzeption³⁸⁷ wurde für eine Architekturauffassung bestimmend, die sich auf wissenschaftlich hergeleitete Erkenntnisse stützte.³⁸⁸ Gebäudeverkleidungen, wie sie beispielsweise Friedrich II. (1740-1786) in Form kopierter italienischer Palastfassaden in Potsdam diktierte, stießen auf Kritik, da die Gestaltung zur beabsichtigten Nutzung, nämlich „größtentheils ökonomische Gewerbe“³⁸⁹, im Widerspruch standen.

Dieser durch Nutzung und Funktion bestimmten zivilen Baukunst stand eine Architekturauffassung gegenüber, die „nur die Civil- oder die eigentliche schöne Baukunst“³⁹⁰ den bildenden Künsten zuordnete und ausschließlich dieser überhaupt erst Bedeutung beimaß.³⁹¹

Aus dieser „schönen Kunst“³⁹² entwickelte sich ein doktrinäres Architekturideal, das seinen Schwerpunkt in einer griechisch und römisch orientierten Gestaltung suchte. Es stützte sich dabei zwar formal auf die vitruvianischen Architektureigenschaften (Dauerhaftigkeit im Sinne von Festigkeit, Bequemlichkeit im Sinne von Zweckmäßigkeit sowie Schönheit),³⁹³

stilisierte³⁹⁴ aber besonders die Schönheit der antiken Nachbildung zu einer ästhetisch vollkommenen „hohen Baukunst“³⁹⁵. Antike Ordnungen und Dekorationsformen³⁹⁶ dienten nicht mehr alleine als „vortrefflichste Muster“³⁹⁷, sondern wurden in eine formal symmetrische und mehr oder weniger nach Proportionsregeln bestimmte Gestaltung eingebunden.³⁹⁸ Festigkeit im Sinne von Standsicherheit und Bequemlichkeit waren nur von untergeordneter Bedeutung und wurden vorausgesetzt.³⁹⁹

Diese künstlerische Architekturauffassung hatte sich bewusst von jeglicher praktischen Ausführung losgelöst, wie etwa Konstruktion und Material. Eine Dimensionierung der Bauteile war nur formal von Bedeutung.⁴⁰⁰ Alle technischen und konstruktiven Architekturaspekte hatten sich als „niedrige Bautechnik“⁴⁰¹ letztlich der hohen Baukunst unterzuordnen bzw. mussten sie unterstützen⁴⁰² (vgl. S. 46). Der Berliner Kunstprofessor Alois Hirt hielt prinzipiell alle antiken Konstruktionen und Architekturformen bzw. das, was dafür angesehen wurde, jeglicher neuen Konstruktion und Technik für überlegen.⁴⁰³ Damit vertrat er eine in der ersten Hälfte des 19. Jh. weit verbreitete Sicht preußischer Eliten.⁴⁰⁴ Deren Haltung und Einflussnahme auf die technische Bauentwicklung in Preußen lässt sich sehr gut anhand der Entwicklung der Berliner Bauakademie nachvollziehen. Nur gegen große Widerstände und mit äußerst knappen Mitteln konnte das technisch orientierte Ober-Bau-Department 1799 eine Ausbildungsstätte mit vorwiegend technisch-konstruktivem Charakter durchsetzen. Der Einfluss dieser technischen Baubehörde auf die Akademie wurde bereits 1808 unterbunden.⁴⁰⁵ Mit ihrer Unterstellung unter die „Sektion für den Kultus und öffentlichen Unterricht im Departement des Inneren“⁴⁰⁶ erfolgte von 1809 bis 1829 eine Anlehnung an die künstlerisch bestimmte Kunstakademie.⁴⁰⁷ Dabei wurde eine bewertende Unterteilung in „höhere Baukunst“ und „niedrige Bautechnik“⁴⁰⁸ vollzogen, die ihren Ausdruck im Abhängigkeitsverhältnis der Bauakademie von der Kunstakademie fand.⁴⁰⁹ Die Abstufung der Bauakademie 1831 zur „allgemeinen Bauschule“⁴¹⁰ war damit nur folgerichtig. Auch mit der 1849 erfolgten Aufwertung der Bauakademie war es längst noch nicht selbstverständlich, eine technisch ausgerichtete bauwissenschaftliche Ausbildung als Fundament „für die künstlerische Bestrebung“⁴¹¹ zu akzeptieren.

2.4.1. BAUWISSENSCHAFT

Die Bezeichnung „Bauwissenschaft“⁴¹² benutzte Ende des 17. Jh. beispielsweise Leonhard Christoph Sturm, um die zeitgenössische Baukunst aufzuwerten und gegenüber der Baukunst des 13. bis 16. Jh. abzugrenzen.⁴¹³ Bezeichnend für das bauwissenschaftliche Vorgehen war die gezielte Ursachenermittlung bestimmender Eigenschaften, z.B. für einen Einsturz, sowie die konkrete Suche nach Lösungen, um bestimmte Eigenschaften sicherzustellen, z.B. die Erhöhung der Stabilität.⁴¹⁴ Es ist anzunehmen, dass dieses wissenschaftliche Vorgehen be-

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

sonders durch die Anforderungen, die das Militär an Bauwerke stellte, zusätzlich unterstützt wurde (vgl. S. 160 ff.).

Die Voraussetzung für eine wie auch immer geartete Verwissenschaftlichung Ende des 17. Jh. war mit der Verbreitung der indischen Ziffern während des 15. bis 17. Jh. gegeben. Erst damit ließen sich mathematische und naturwissenschaftliche Sachverhalte exakt ausdrücken.⁴¹⁵ Die geometrische Erfassung und Berechnung von Flächen und Körpern wurde während des 16. und 17. Jh. bekannt und löste eine ungeheure Faszination aus.⁴¹⁶ Protagonisten auf diesem Gebiet waren u.a. Girard Desargues (1593-1662),⁴¹⁷ Philippe de Lahire (1640-1718)⁴¹⁸ und Frézier (1682-1776),⁴¹⁹ welche die Grundlagen zur Erfassung von Mauern und Gewölben schufen.⁴²⁰

Die Hilfswissenschaft der Mathematik, vor allem der Geometrie, war unentbehrliches Werkzeug für eine sich im 18. Jh. etablierende naturwissenschaftliche Bauwissenschaft.⁴²¹ Die der Geometrie Ende des 18. Jh. zugeschriebene Bedeutung veranschaulicht ein Zitat von Friedrich Meinert:

„Die Geometrie liegt der Statik zum Grunde, und bestimmt die für Gebäude und ihre besondern Theile nöthigen Formen. Ohne diese Hülfskenntniß können weder sichere Berechnungen der Baumaterialien noch Entwürfe gemacht werden, denn auf ihre Gesetze stützt sich die gesammte praktische Mathematik. Ueberdies enthält die Geometrie alle nur möglichen und folglich auch die in der Bauwissenschaft vorkommenden Konstruktionen zu ganzen Gebäuden sowohl, als zu den einzelnen Theilen und ihren Formen ...“⁴²²

Während des 18. Jh. kam naturwissenschaftlichen Methoden eine wachsende Bedeutung zu. Theoretische Überlegungen und empirische Erfassungen, gestützt auf Versuche und praktische Erfahrungen, sollten einander gegenüber gestellt werden.⁴²³ Ebenso waren neu entwickelte Techniken und Konstruktionen auf ihre Einsatzfähigkeit durch systematische Versuchsanordnungen zu überprüfen.⁴²⁴ Zu solchen Versuchen zählten unter anderem gezielte Belastungs- bzw. Beschussversuche.⁴²⁵

Das methodische Vorgehen, Erkenntnisse zu sammeln und auszuwerten, wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. als „Erfahrungswissenschaft“⁴²⁶ bezeichnet. Soweit erkennbar, wurden Einflussfaktoren, z.B. Baustoffe oder Bauschäden, erfasst und für die Problemlösung relevante Vorbilder, z.B. historische Gebäude, lokale oder ausländische Bautechniken oder Inspirationsquellen wie die Natur, auf ihre Verwertbarkeit hin untersucht und einbezogen.⁴²⁷

Entsprechend genau wurden die Veröffentlichungen und bauwissenschaftlichen Ergebnisse anderer Länder in der zweiten Hälfte des 18. Jh. verfolgt. Obwohl die französischen Ergebnisse in der Bauwissenschaft als führend anerkannt wurden, suchten die Mitglieder des Ober-Bau-Departements die französische Bedeutung zu relativieren, indem sie meinten: „Letztlich lehrten sie [die Franzosen] nur die Baukunst der deutschen Niederländer“⁴²⁸. Dennoch wurden vor allem Beiträge der französischen Bauwissenschaft zur Kenntnis genommen und fanden Eingang in die preußische Bauverwaltung (vgl. S. 160, 196 ff., 270 ff.). David Gilly beispielsweise hegte für die Beiträge des Franzosen Patté besondere

beispielsweise hegte für die Beiträge des Franzosen Patti besondere Bewunderung und war auch im Besitz seines Werks „Mémoires sur les objets les plus importants de l'architecture. Paris M.DCC.LXIX (1769)“, heute im Besitz der Technischen Universität Berlin.

Eine methodische Bauwissenschaft wurde von ihren Befürwortern, so auch den Mitgliedern des 1770 gestifteten Ober-Bau-Departements, während der zweiten Hälfte des 18. und frühen 19. Jh. vor allem mit dem Hinweis auf ihren praktischen Nutzen sehr positiv dargestellt.⁴²⁹ Bei Bewahrung lokaler Bautraditionen wurde die Bauwissenschaft als geeignetes Instrument bewertet, die Landeskultur zu verbessern.⁴³⁰ Sie sollte dazu beitragen, den Materialverbrauch, insbesondere den Holzverbrauch, und die Baukosten zu reduzieren⁴³¹ sowie den Brandschutz zu erhöhen⁴³² (vgl. S. 26 ff.). Eine kontinuierlich betriebene Bauwissenschaft, wie sie an französischen Schulen und Anstalten beispielsweise der „Ecole des ponts et chaussées“ 1747 begonnen wurde,⁴³³ bestand nicht, auch wenn die Mitglieder des Ober-Bau-Departement in den letzten Jahrzehnten des 18. Jh. Versuche dazu unternahmen (vgl. S. 14.).

Stattdessen wurden zur Erlangung technischer Lösungen für verschiedene Problemstellungen z.B. durch die Akademie der Künste und mechanischen Wissenschaften in Berlin sporadisch Preisfragen ausgeschrieben. Einige sind überliefert, so die Frage nach Konstruktionsverbesserungen für Stubenöfen (1765), die Frage zu Ofenkonstruktionen (1766), die Frage nach Verbesserung von Ramm-Maschinen (1770),⁴³⁴ die Frage, wie man aus Sand Steine fertigen könne (1776),⁴³⁵ oder die „Preisfrage über die Ursachen der Festigkeit alter römischer und gothischer Gebäude und die Mittel, gleiche Dauerhaftigkeit bey neuen Mauerwerken zu erhalten“⁴³⁶.

BAUWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN

Wissenschaftliche Versuche mit deutlich formulierten Fragestellungen und exakter Beobachtung sowie einer differenzierten Bewertung der erfassten Reaktionen wurden vor allem mit der wachsenden Bedeutung von Baustoffeigenschaften im 17. Jh. immer wichtiger.⁴³⁷ Gezielt wurde das Zug- und Biegeverhalten von Holz, Metall und Glas untersucht.⁴³⁸ Ergebnisse solcher Versuchsreihen veröffentlichte Antoine Parent zu Anfang des 18. Jh. in einer tabellarischen Zusammenstellung von Biegeversuchen mit einigen Hölzern.⁴³⁹ Die Entstehung und Wirkung der Kräfte wurde durch Beobachtungen erfasst und durch Theorien und Versuche mehr oder weniger sinnvoll erklärt. Auch diese Ergebnisse fanden ihren Ausdruck in Tabellenwerken. Große Bekanntheit erfuhren die Tabellen Bélidors für Mauern und Gewölbe (vgl. S. 157 ff., 267 ff.).⁴⁴⁰

BAUSTOFFE

Großes Interesse fanden die Kenntnisse an den Baustoffeigenschaften insbesondere hinsichtlich ihrer Beständigkeit gegenüber unterschiedlichen Krafteinwirkungen und weiteren Eigenschaften wie der Witterungsbeständigkeit.⁴⁴¹ Man erkannte, dass differenziertere Materialkenntnisse dazu beitrugen, Bauteile in Abhängigkeit von Krafteinwirkungen oder sonstigen Eigenschaften bestimmen zu können.⁴⁴² Es wurden gezielt Versuche unternommen, um den Zusammenhang von spezifischer Dichte, Gewicht und Dämmeigenschaften bzw. Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Baustoffe herauszufinden.⁴⁴³ Als Ergebnis solcher Untersuchungen wurde beispielsweise die alte Auffassung revidiert, wonach nur poröse Steine „Schwitzen“⁴⁴⁴ und Tauwasser ausfallen würde. Tabellarische Auswertungen einzelner Stoffe oder allgemeingültige Proportionsregeln waren die wissenschaftlichen Ergebnisse solcher Untersuchungen, die jedoch bis in die Mitte des 19. Jh. nur grobe und teilweise ungeeignete Anhaltspunkte für die Baupraxis boten.⁴⁴⁵ Derartige Beurteilungskriterien wurden z.B. für Ziegel entwickelt, um je nach Stärke der Anforderung höherwertige Ziegel einzusetzen (vgl. S. 68.). Wenngleich empirisch bestimmte Untersuchungen an Bedeutung gewannen, behielten alte Vorstellungen weiterhin ihre Gültigkeit. Zum Beispiel wurde der als Werkstein bearbeitete Naturstein per se fester als jeder andere Stein eingestuft, und dem Mondlicht schrieb man eine zerstörerische Wirkung auf Baustoffe zu.⁴⁴⁶

Seit dem Ende des 18. Jh. wurden überall in Europa Prüfverfahren für eine exakte Bestimmung von Baustoffeigenschaften entwickelt.⁴⁴⁷ In Preußen veranlasste der Baubeamte Eytelwein Zugversuche mit Ziegeln, wozu er Ziegelstifte mit einer Querschnittsfläche von einem Quadratzoll⁴⁴⁸ (6,76 cm²) anfertigen ließ. Eine zweijährige Versuchsreihe wurde in den 30er Jahren des 19. Jh. in Koblenz mit in den rheinischen Provinzen vorkommenden Natursteinen unternommen. Beabsichtigt war die Materialien für den Einsatz im Straßenbau genauer beurteilen zu können. Zur Durchführung der Materialprüfung wurde in Anlehnung an Druckversuche durch den Franzosen Jean Rondelet eine vergleichbare Schraubpresse nachgebaut.⁴⁴⁹

Um Prüfergebnisse der europaweit durchgeführten Versuchsreihen zueinander in Beziehung setzen zu können, wurden einige gleich angelegte Versuche mit gleichen Materialien als Orientierungswerte durchgeführt.⁴⁵⁰ Für die Koblenzer Versuchsreihe wurde eine laufende Nummer vergeben; ferner bestimmte man die Steinart, die Höhe der Probe, das Gewicht, bei dem eine Trennung der Steinprobe zu hören war, das Gewicht, bei dem die Rissweite wenigstens 1/10 Linien betrug, das Gewicht, bei dem die Probe zerstört wurde⁴⁵¹ sowie das Gewicht, bei dem einzelne Ecken, Flächen oder Segmente abgesprengt wurden (alles bezogen auf einen Quadratzoll Druckfläche).⁴⁵²

Auf ähnliche Weise suchte der preußische Ober-Baudirektor A. F. Triest eine Versuchsreihe mit Steinwürfeln zu entwickeln. Er legte die Seitenlänge der Würfel auf ein Zoll (2,6 cm)

fest und gab den jeweiligen Druck an. Notiert wurden das Gewicht der Steinwürfel, das Gewicht, bei dem die Steinprobe riss und das Gewicht, bei dem die Zertrümmerung eintrat.⁴⁵³ Eine Gesetzmäßigkeit konnte er aus dieser Versuchsreihe allerdings nicht ableiten. Bei vergleichbaren Versuchen mit größeren Versuchswürfeln konnten diese auch größere Lasten aufnehmen.⁴⁵⁴ Unsicherheiten bestanden zudem, inwieweit die Versuchsergebnisse auf eine Druckableitung durch Rollblei oder Mörtel übertragen werden konnten.⁴⁵⁵ Neben Versuchsreihen mit Druckkräften wurden Versuche mit Biegebeanspruchungen unternommen; Biegeversuche des Engländers Tredgold fanden größere Beachtung.

Das Zutrauen in die tabellarisch aufbereiteten Materialzuordnungen wuchs während der ersten Hälfte des 19. Jh. beachtlich; dennoch waren in jedem Fall eigene Untersuchungen durchzuführen und die Erfahrungen aus anderen Bauvorhaben einzuholen.⁴⁵⁶ Ergebnis solcher Baustoffuntersuchungen war in den 40er Jahren des 19. Jh. z.B. die Faustregel, wonach ein Baustein nie mehr als einem Zwölftel der Last ausgesetzt sein dürfte, die zu seiner Zerstörung erforderlich war.⁴⁵⁷ Tatsächlich vergleichbare Prüfverfahren zu Baustoffeigenschaften und eine exaktere Bestimmung der Festigkeit standen erst ab der zweiten Hälfte des 19. Jh. in größerem Umfang zur Verfügung.⁴⁵⁸

Die fortschreitende Vergleichbarkeit definierter Materialeigenschaften erlaubte es auch, ortsfremde Materialien einzusetzen, ohne dass eigene Erfahrungen mit dem Material vorlagen.⁴⁵⁹ Für die Gebäudeplanung bedeutete diese Entwicklung ferner, dass Materialeigenschaften und Qualitätsstandards auch ohne die Angabe eines bestimmten Baustoffs festgeschrieben werden konnten.⁴⁶⁰

Die gezielte Anordnung fester Baustoffe führte dazu, dass Bauteile hergestellt wurden, deren tatsächliche Beanspruchung und Kosten – im Gegensatz zu der früher sichtbaren, größeren und damit teureren Bauteilstärke – nicht mehr erfahrbar waren. Ebenso ließen sich durch die beginnende Massenproduktion und die verbesserten Transportbedingungen ab der Mitte des 19. Jh. keine Aussagen mehr über den Herstellungspreis machen.⁴⁶¹

UNTERSUCHUNG AN BAUTEN

Neben den wissenschaftlichen Versuchen waren historische Monumente der „Griechen, Römer und Gothen“ eine der wichtigsten bauwissenschaftlichen Quellen,⁴⁶² deren Erforschung die Entwicklung neuer Techniken und Konstruktionen inspirierte⁴⁶³ (vgl. 144, 196 ff., 157, 243 ff., 267 ff.). Noch bestehende Konstruktionen oder deren Reste wurden auf Schäden und deren Ursachen hin untersucht, und man versuchte, die Entwicklung einer Zerstörung mit den jeweiligen Einflussfaktoren zu rekonstruieren.⁴⁶⁴ Zeichnete sich beispielsweise eine Mauerzerstörung durch aufbrechende Fugen, Verspannungen der Steine oder Ausbauchen ab,⁴⁶⁵ dann waren drei mögliche Schadensursachen zu überprüfen. Diese konnten ers-

tens in zu großen (Vertikalkräften) Lasten liegen, welche nicht auf die vorhandene Materialfestigkeit und Stärke abgestimmt waren, zweitens in Lasten mit zu großen Horizontalkräften oder drittens in einer instabilen Körperform.⁴⁶⁶ Die Bauteilkonstruktionen und ihre Einbindung in das Gebäude erhielten einen wachsenden Stellenwert innerhalb der Bauwissenschaft⁴⁶⁷ (vgl. 157 ff., 218, 267 ff., 350 ff.). Neben neu entwickelten Konstruktionen und ihrer Einbindung in das Gebäude wurden ältere gezielt auf die Konstruktion einzelner Bauteile oder Ausstattungselemente hin untersucht. Ihre bestimmende Gebäudestruktur mit Stützenraster und abschließendem Gewölbe wurde bereits Ende des 17. Jh. als vorbildhafte Gebäudekonstruktion hervorgehoben⁴⁶⁸ (vgl. S. 49 ff., 184 ff.). Die konstruktive Leichtigkeit der gotischen Baumeister übte wie auch der geringe Materialaufwand dabei eine große Faszination aus.⁴⁶⁹ Stärker noch als durch die Bewunderung für die klaren Konstruktionen gotischer Bauwerke wurde die Gotik durch national-romantische bzw. malerisch-mittelalterliche Vorstellungen⁴⁷⁰ in einigen Ländern Anfang des 19. Jh. zum Nationalstil hochstilisiert. In den deutschen Ländern wurde sie zur sogenannten „altdeutschen Baukunst“⁴⁷¹ erklärt (vgl. 334 ff.). Ungeachtet dessen war die Stilgeschichte der gotischen Baukunst bis in die 30er Jahre des 19. Jh. noch weitgehend unbekannt.⁴⁷²

KONSTRUKTIONEN

Eng verbunden mit dem Interesse an Baustoffeigenschaften wuchs das Augenmerk für die Fügung der Baumaterialien zu einem Ganzen.⁴⁷³ Innerhalb der Bauwissenschaft zog die „Construction“⁴⁷⁴ bereits im 17. Jh. als Kunst der Zusammensetzung größere Aufmerksamkeit auf sich. Beispiele für den Einfluss der Konstruktion als verbindende Kunst sind die Erfindung verzahnter Steinformate, neuer Steinverbände, Mörteluntersuchungen und verbindende Ankersysteme (vgl. S. 92 ff., 105 ff., 160 ff., 267 ff.).

Die Konstruktion als „mechanische Festigkeit und Festigkeit des Zusammenhangs“⁴⁷⁵ wurde im 18. Jh. auf die Konstruktion einzelner Bauteile bzw. ganzer Gebäude ausgeweitet. So wurden Aspekte des Mauergefüges, der Baukörpergeometrie und der Verbindung zu benachbarten Bauteilen zu Bestandteilen einer Mauerkonstruktion⁴⁷⁶ (vgl. S. 160). Grundlegend eingebunden in dieses neuartige konstruktive Verständnis war die Analyse und Bewertung wirkender Kräfte und die abgestimmte Anordnung aller konstruktiver Bauteile im Grundriss. Die bis dahin bestehende statische Unterscheidung hölzerner und steinerner Gebäuden verlor durch die allgemeingültigen statischen Grundsätze an Bedeutung.⁴⁷⁷

Auch wenn die komplexe Wirkung aller Einzelfaktoren, beispielsweise durch Baustoffe, Lasten, Kraftwirkung, Bauteilformen, Herstellungstechniken und Grundrissanordnungen einer stabilen Gebäudekonstruktion, während des 18. und frühen 19. Jh. kaum exakt erfasst werden konnte, so ließen sich doch Kraftverlauf, Schwachpunkte und Aussteifungen nachvollziehen und grob einer Materialfestigkeit und einer Bauteilstärke zuordnen.

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde eine „zweckmäßige Konstruktion“⁴⁷⁸ und nicht mehr das Baumaterial als entscheidend für Festigkeit und Dauer der Gebäude eingestuft. Die Konstruktion wurde damit für die Architektur des frühen 19. Jh. ein unentbehrlicher Bestandteil,⁴⁷⁹ der beispielsweise „als der wichtigste Hebel für das Architektonische Fortschreiten“⁴⁸⁰ bewertet wurde. Eine die Konstruktion vernachlässigende Architekturauffassung, die in „sklavische(r) Nachahmung der Antike“⁴⁸¹ mit „angeklebt(en), ohne innere Notwendigkeit“⁴⁸² verwendeten Dekorationselementen arbeitete, war demnach zu überwinden.⁴⁸³ Die konstruktive und gestalterische Übertragung z.B. eines antiken Tempels auf den Geschosswohnungsbau stieß auf Ablehnung, da nicht nachvollziehbar war, weshalb Wohngebäude Tempeln ähneln sollten.⁴⁸⁴ Mehr oder minder willkürlich festgelegte Konstruktionen und Formen, wie gerade oder gewölbte Decken oder Stürze über Maueröffnungen und ihre formale Festschreibung, wurden im Zuge dieser pragmatischen Architekturausrichtung ebenfalls abgelehnt.⁴⁸⁵ Die alleinige Befolgung absolut gesetzter Gestaltungsregeln und Verkleidungen mit „Scheinfugen oder Scheinkonstruktionen“⁴⁸⁶ galt als unwissenschaftlich⁴⁸⁷ und unzeitgemäß.⁴⁸⁸ Von Bauverständigen, Baumeistern und Architekten wurde ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. gefordert, Lastableitungen in der Grundrisskonzeption zu berücksichtigen,⁴⁸⁹ „... den Druck der Last genau (zu) schätzen und gleichsam ab(zu)wägen, um mit Gewissheit die Stärke der tragenden Theile darnach zu bestimmen“⁴⁹⁰. Für jeden Landstrich wurden „eigene Konstruktionsprinzipien“⁴⁹¹ gleichwertig nebeneinander gesetzt.

Die auf wissenschaftliche Untersuchungen gestützte Gebäudekonstruktion ließ sich mit den als Diktat empfundenen Gestaltungsvorgaben der schönen Baukunst in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zunehmend nicht vereinbaren.⁴⁹² Die Konstruktion wurde als zeitgemäßes Ausdrucks- und Gestaltungsmittel einer architektonischen Form angesehen,⁴⁹³ bei der sich die Form aus der Konstruktion entwickeln sollte und nicht etwa umgekehrt.⁴⁹⁴

2.5. GEBÄUDESTRUKTUR

Die Gebäudestrukturen profaner Gebäude wurden während des 17. und 18. Jh. wesentlich durch Nutzungsvorgaben, Baumaterialien, Konstruktionsvorstellungen aber auch Vorschriften und Repräsentationsbedürfnisse bestimmt. Für die Gebäudestruktur kam den Außenwänden zum Einen als vorrangiger Lastträger zum anderen als die wichtigste Raumbegrenzung eine entscheidende Funktion zu, die erst durch eine gezieltere Lastübertragung auf die Innenwände in der zweiten Hälfte des 18. Jh. allmählich aufgegeben wurde (vgl. S. 157) (Abb. 3, 4).

Die durch die Außenwände geprägte Gebäudestruktur ließ sich nahezu auf alle wesentlichen Bauaufgaben übertragen. Nur für große Sonderbauten, wie Festungsanlagen, Wirtschaftsbauten sowie Ergänzungen an bestehenden Bauwerken verlor die Außenmauer als wesentliches konstruktives Element an Bedeutung. Allerdings stellten die vollständig aus Steinmauerwerken ausgeführten Außenmauern bis in das letzte Drittel des 18. Jh. eher eine Ausnahme dar. Nur hervorgehobene Bauwerke, wie das Waisenhaus in Oranienburg, Landkreis Oder-Havel (1675), oder Schlösser wie das Schloss Groß-Rietz, Landkreis Oder-Spree (1693/1700), wurden als vollständige Ziegelbauten errichtet. (Diese Gebäude existieren noch). Einfachere städtische oder ländliche Bauwerke wurden dagegen während des gesamten 18. Jh. häufig als Fachwerkgebäude errichtet. Befanden sich die Gebäude an repräsentativen Straßen bedeutenderer Städte oder kam ihnen eine Repräsentationsfunktion zu, dann konnte die straßenseitige Fassade aus Ziegelmauerwerk errichtet sein (Abb. 5,6). Notfalls wurde das Gebäude durch einen Putz oder eine geputzte Ziegelverblendung aufgewertet und erhielt den Anschein eines wertvoller eingestuften Steingebäudes. Zufällige, heute existierende Beispiele solcher in Fachwerk mit massiver Fassade konzipierte Gebäude sind das Typenhaus, Gutenbergstraße 95 in Potsdam (1736/37), das Pförtnerhaus des Ev. Friedhofes am Weinberg in Rathenow, Landkreis Havelland (1759), oder die Fabrikhäuser Klosterstraße 58-62 in Angermünde, Landkreis Uckermark (1767). Bestehende Fachwerkfassaden wurden auch nachträglich durch massive Fassaden ersetzt, wie die Fassade des Ackerbürgerhauses, Großstraße 63 in Treuenbrietzen, Landkreis Potsdam-Mittelmark (Mitte 18. Jh.).

Die Bedeutung massiver Außenwände nahm in der zweiten Hälfte des 18. Jh. stetig zu (vgl. S. 32 ff.), so dass neben der Straßenfassade auch die Hoffassade immer öfter in Ziegelmauerwerk errichtet wurde. Hier lassen sich als zufällige Beispiele die Kasernengebäude Lindenstraße 35 (1764), Lindenstraße 40-41 (1765) in Potsdam, die Wohngebäude August-Bebel-Straße 34 und Karl-Marx-Straße 71 in Neuruppin (Ende 18. Jh.), oder das Pfarrhaus Beeskower Straße 35 in Glienecke, Landkreis Oder-Spree, Amt Glienecke / Rietz-Neuendorf (um 1800), anführen. Um 1800 erhielten massive Außenwände aus Lehm- und gebrochenen Natursteinmauerwerken sowie geschalte Wandsysteme neben den Ziegelmauerwerken größere

Beachtung (vgl. S. 32 ff.). Beispiele sind die Gebäude Theodor-Fontane Straße 21 in Kossenblatt, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche (Anfang 19. Jh.), aus Lehm-, Mörtelsteinen und Ziegeln, die Kleinscheune in Tauche, Dorfstraße 37, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche (Ende 18. Jh.) aus Lehmputzen, gebrochenem Naturstein und Ziegeln oder die gebrochenen Granitsteingebäude in Haselberg, Hauptstraße 44, 49, Landkreis Märkisch-Oderland (vor 1797).

2.5.1. GRUNDRISSKONZEPTIONEN

Seit dem 17. Jh. wurden vielfältige Musterentwürfe für alle möglichen Bauaufgaben vorrangig mit repräsentativem Charakter entwickelt und in Grundrissammlungen angeboten, die zur Inspiration bei der Lösung eigener Bauaufgaben dienten⁴⁹⁵ (Abb. 7).

Viele dieser Musterentwürfe besaßen die Qualität eines Gestaltungsvorschlags ohne genauere Materialangaben, der wahlweise als Fachwerk- wie auch als Massivbau umzusetzen war. Um solche Entwürfe für die Planung einsetzen zu können wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. damit geworben, sie „auch wuerklich auf[zu]bauen ...“⁴⁹⁶ (Abb. 8). Neben wenigen lokal bestimmten Grundrissanordnungen erhielten schematisch aufgebaute Grundrissfiguren nicht zuletzt durch staatliche Vorgaben und Fördermaßnahmen während des 18. Jh. großen Stellenwert. Prägend wurde ein länglich rechteckiger Gebäudekörper mit Sattel-, abgewalmten oder Mansarddach, wie er sowohl für private und staatliche Bauvorhaben eingesetzt wurde. Sowohl für ländliche als auch städtische Gebäude wurde eine lange, traufständig zur Straße ausgerichtete Schau- oder Hauptfassade bestimmend (Abb. 9). Die Anzahl der Fensterachsen wurde bis in das 19. Jh. möglichst ungerade gewählt,⁴⁹⁷ um eine Symmetrieachse zu betonen. Die Mittelachse wurde durch die Haupthauseingangstür und gegebenenfalls durch einen Mittelrisalit mit einer halben Steinlänge Vorsprung hervorgehoben.⁴⁹⁸ Wurden mehrgeschossige Gebäude konzipiert, waren die Fenster übereinander angeordnet.⁴⁹⁹

Die endgültige Fassadenaufteilung ergab sich aus der gegebenen Fassadenlänge. Von dieser Strecke wurden die Breiten für die beiden Eckpfeiler, sogenannte Eckschäfte abgezogen. Die Eckschäfte wurden etwas breiter angesetzt als die übrigen Fensterschäfte (Breiten der Fensterschäfte zwischen 3 und 3 ½ Fuß⁵⁰⁰ (ca. 94,2 und 109,9 cm)). Die verbleibende Strecke wurde gleichmäßig in Fensteröffnungen und Schäfte aufgeteilt.⁵⁰¹ Das gleiche Schema wurde in der Regel für die Gebäuderückseite wiederholt.⁵⁰² Diese durch ihre Öffnungen definierte Fassade war Grundlage der gesamten Gebäudestruktur.⁵⁰³ Ausgehend von einer rechteckigen Grundrissfigur wurden parallel zu den beiden Fassaden eine oder zwei Innenwände, die Mittelwände, angeordnet (vgl. S. 237 ff.). Die Mittelwandöffnungen (Innentüren) suchte man möglichst auf die Fenster oder die Raumbreiten zu beziehen. Soweit möglich wurden Öffnungen und Öfen der verschiedenen Stockwerke übereinander angelegt⁵⁰⁴ (vgl. S.

160 ff.). Der Standort der Querwände richtete sich vorrangig nach der beabsichtigten Nutzung, wobei sie aus gestalterischen Gründen möglichst mittig auf die Fensterschäfte treffen sollten.

Angestrebt wurde vor allem bei repräsentativen Gebäuden Öffnungen und Mauervorsprünge in allen Räume symmetrisch auszurichten.⁵⁰⁵ Dazu wurden auch die Querwände mit einbezogen. Für solche Planungen diente dann beispielsweise ein Quadratraster (Rastergröße 5 Fuß⁵⁰⁶ (ca. 157,0 cm)). Alle angrenzenden, benachbarten Räume wurden durch Türen miteinander und untereinander verbunden. Gefangene Räume galten als nachteilig, da sie vor allem eine Fluchtmöglichkeit verhinderten.

Der aus der Fassade heraus entwickelte Grundriss ließ sich neben dem Rechteck auch auf ein Quadrat übertragen.⁵⁰⁷ Für die quadratische Figur wurden jeweils zwei Innenwände orthogonal angeordnet, so dass der quadratische Gebäudegrundriss in neun annähernd quadratische Felder unterteilt wurde (Abb. 9). Wegen der allseitig notwendigen Belichtung wurde er vorrangig für freistehende, größere Gebäude vorgeschlagen.⁵⁰⁸

Hingegen wurden rechteckige Grundrissfiguren nicht zuletzt wegen der besseren Einbindung in den Städten für nebeneinander gebaute Häuser und der gesicherten Belichtung von Straße und Hof aus bevorzugt.⁵⁰⁹ Ein weiterer Vorteil bestand in der leichten und einfachen Umsetzung des Grundrisschemas, bei dem Außen- und Mittelwände statisch sicher übereinander geführt werden konnten.⁵¹⁰ Zusammen mit den aussteifenden Querwänden⁵¹¹ war eine ausreichende Gebäudestabilität sichergestellt ohne dadurch die Nutzung einzuschränken.⁵¹² Weitere Vorzüge dieser schematischen Grundrisskonzeption waren die einfache Anpassung an örtliche Gegebenheiten und der sehr geringe zeichnerische Aufwand, so wie er in Abbildung 9 wiedergegeben ist.

Die rechteckige Grundrissfigur mit ein oder zwei parallel zur Fassade verlaufenden Mittelwänden war in der Mark während des 18. und frühen 19. Jh. bestimmend (durchschnittliche Gebäudetiefen betrugen um 1800 zwischen ca. 9,50 und ca. 15,00 Metern).⁵¹³ Die Lage der Treppenhäuser war maßgeblich auf die jeweilige Nutzung abgestimmt.⁵¹⁴ Runde oder polygonale Haus- oder Raumgrundrisse bildeten Ausnahmen, die in der Hauptsache Kirchen oder größeren Festsälen vorbehalten blieben.⁵¹⁵ Bis in das 19. Jh. wurden die Gebäude in der Regel von der Mitte der Traufseiten her erschlossen, so dass im Erdgeschoss mittig ein Durchgang durch das Gebäude entstand. Nur bei kleineren Gebäuden rückte die Erschließung an den Rand. In der ersten Hälfte des 19. Jh. erfolgte eine Verlagerung des Eingangs zur Gebäudeseite, dem ein Grundriss mit einer stärker tragenden und einer untergeordneten Mittelwand einherging.

Als weitere Möglichkeit ein Gebäude zu konzipieren bestand darin, es in Grund- und Aufriß, gestützt auf unterschiedliche Proportionsregeln in rechteckige oder quadratische Module zu unterteilen. Die Festlegung der Mauerstärken erfolgte vor allem durch die vorgegebenen

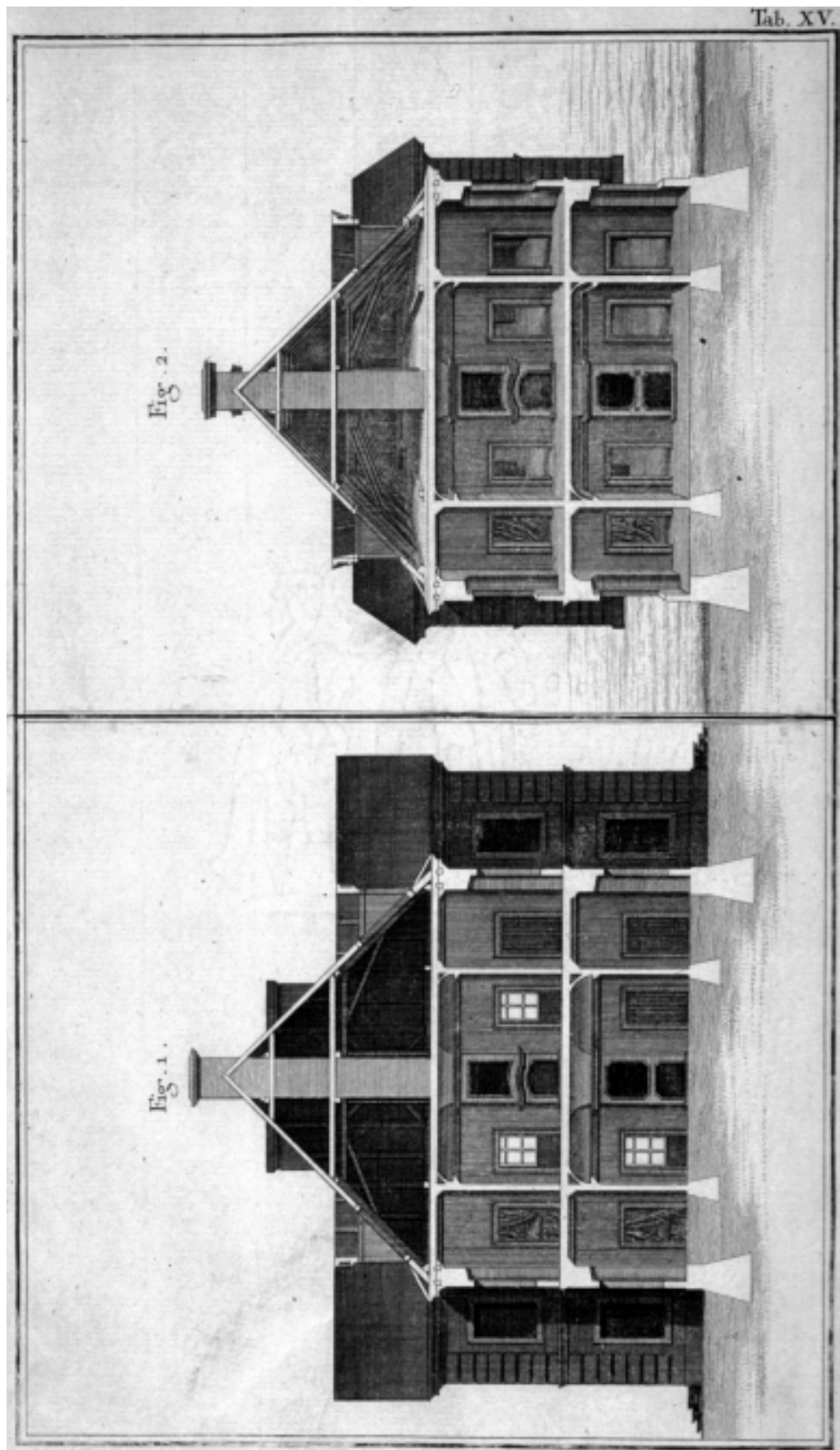


Abb.03. Penther 1762. Tab. XV. Da vorrangig die Außenwände als Last tragende Wände aufgefasst wurden, gleichgültig ob dies tatsächlich der Fall war, erhielten sie ausschließlich oder größere Fundamente. Innenwände wurden wesentlich als Raumunterteilungen angesehen.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

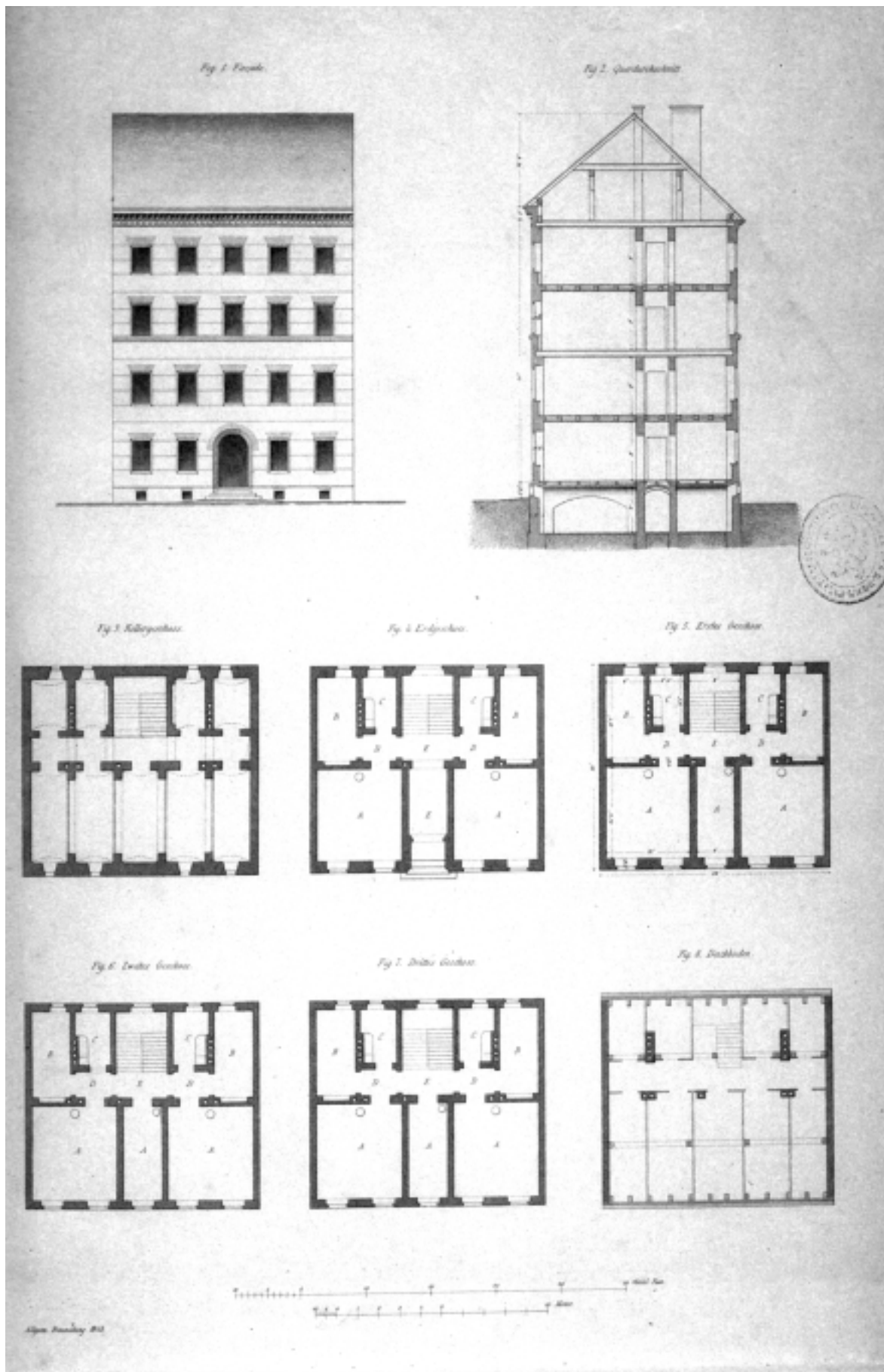


Abb.04. Förster 1849. Blatt 262. Sowohl Innen- als auch Außenwände wurden zur Lastableitung stärker ausgebildet. Die statische Unterscheidung zwischen belasteten Außenmauern und unbelasteten Innenwänden verlor an Bedeutung.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK



Abb.05. Rathenow, Ev. Friedhof am Weinberg, Pförtnerhaus (1759) nur die Straßenfassade ist als massive Ziegelwand errichtet, während das gesamte Gebäude ansonsten als Fachwerkbau konzipiert wurde.



Abb.06. Angermünde, Klosterstraße 58-62, Fabrikhaus (Tuchmanufaktur) (1767), hier ist ebenfalls nur die Straßenfassade als massive Ziegelwand ausgeführt.

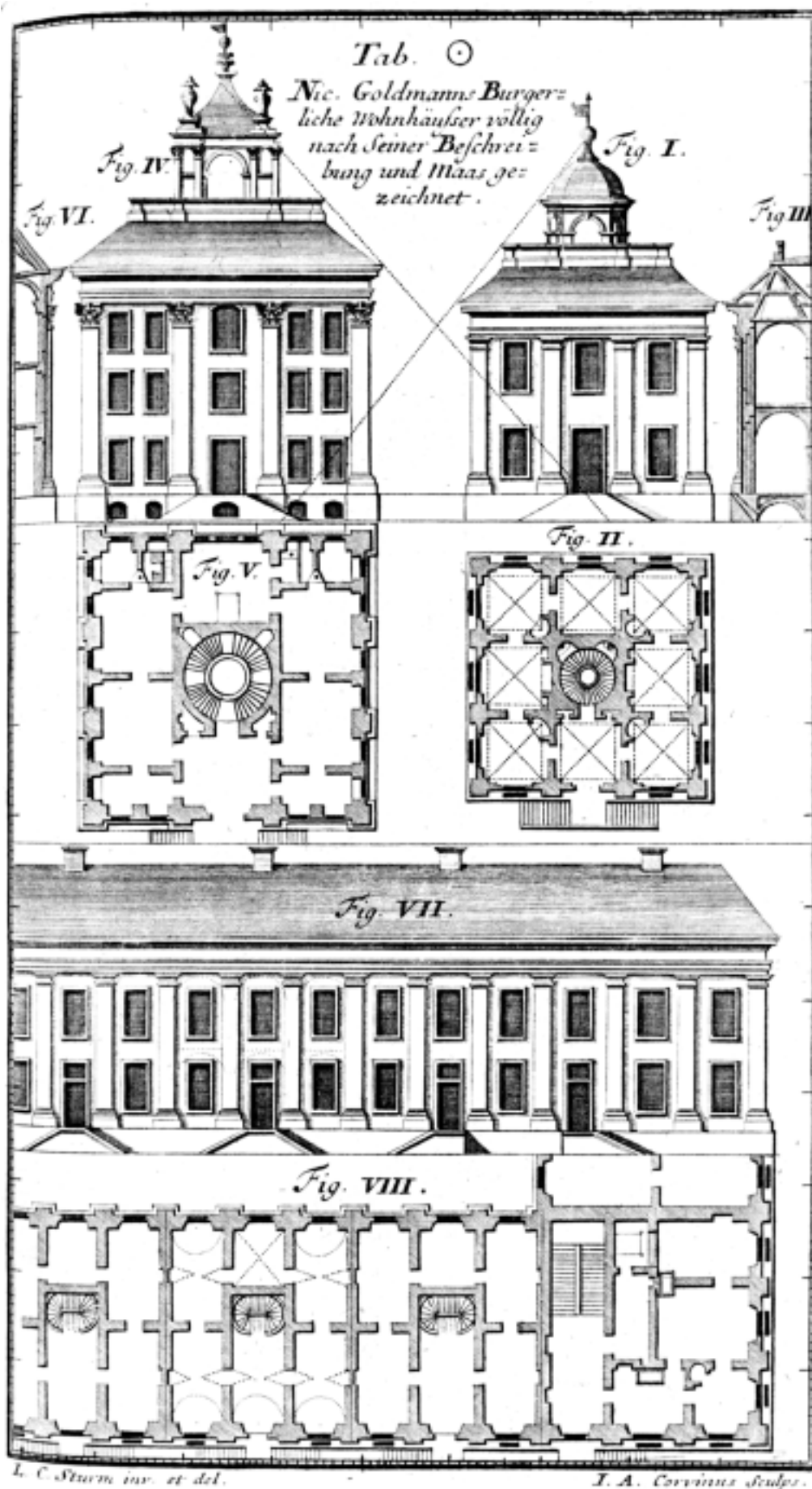


Abb.07. Sturm 1745, Tafel 0. Diese und andere Gebäudeentwürfe dienten vorrangig als Gestaltungsmuster.

Proportionsregeln. Bau tragende Kräfte und die sich davon ableitende Bauteilstärke blieben dabei unberücksichtigt.⁵¹⁶ Diese sich auf antiken und neuzeitlichen Architekturtraktate fußende Gebäudeentwurf besaß vorrangig für den Prachtbau Bedeutung⁵¹⁷ (Abb. 10).

Innerhalb der Proportionsregeln fand das Quadrat besondere Wertschätzung, häufiger damit begründet, dass das Quadrat den geringsten Umfang zur größtmöglichen Fläche aller Vierecke besitzt. Diesem Verhältnis wurde eine besondere, geometrisch definierte, gestalterische Wirkung zugeschrieben.⁵¹⁸ Neben dieser geometrisch hergeleiteten Besonderheit und der Entdeckung, dass antike Gebäude zum Teil durch quadratische Stützenraster bestimmt waren, führte dazu, miteinander verbundene Stützen auf einem quadratischen Grundriss als konstruktives Gerüst aufzufassen,⁵¹⁹ das vorzugsweise mit Kreuzgewölben kombiniert werden konnte.⁵²⁰ Zum Beispiel führte Antonio Averlino Filarete 1440 ein solches quadratisches Stützenraster in Verbindung mit eingezogenen Gewölben als Grundrisschema für einen fürstlichen Palast an.⁵²¹ Wegen seiner vielseitigen, nicht durch Mauern gestörten Nutzungsmöglichkeiten hob der Baugelehrte Nicolai Goldmann das quadratische Stützenraster Ende des 17. Jh. als besonders vorteilhaft hervor.⁵²² Er beklagte, dass die gewölbten Stützenraster nur selten für andere Bauaufgaben als Kirchen angewendet wurden.⁵²³ In der Mark existierten Ende des 17. und Anfang des 18. Jh. nur wenige Gebäude, die auf einem Lasttragenden Stützenraster basierten. Zu diesen Gebäuden zählten beispielsweise das gewölbte Erdgeschoss des Berliner Zeughauses (1695-1706) (Gewölbe nicht mehr vorhanden) oder die heute noch bestehende Galerie des Schlosses Berlin-Köpenick (1688). In der Regel wurden Rastergrundrisse, zumal gewölbte, nur für einzelne Gebäudeteile, beispielsweise Treppenhäuser eingesetzt.

Vor allem die materialsparenden und statischen Vorzüge machten Stützenraster neben der Nutzungsvielfalt mit und ohne Gewölbe zu einem beachteten, stabilen konstruktiven Raumgebilde,⁵²⁴ so dass es in der Mitte des 18. Jh. als „neues System“⁵²⁵ hervorgehoben und gleichzeitig konstruktiv mit gotischen Bauwerken (13. bis 15. Jh.) verglichen wurde (vgl. S. 183 ff.). Die flexible Nutzung sowie die wirtschaftliche Herstellung größerer Raumvolumen führten in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zur Übertragung des Rasters auf Wirtschafts- und Speicherbauten⁵²⁶ und ermöglichten in der ersten Hälfte des 19. Jh. die Entwicklung großer, repräsentativer, öffentlicher Gesellschaftsbauten.

Einige Beispiele solcher öffentlicher Großbauten sind das Alte Museum, Lustgarten (1822/23 bzw. 1825/30) (Abb. 11), der Kaufhallenentwurf, Unter den Linden (1827) oder die Bauakademie⁵²⁷ (1831-1836) in Berlin-Mitte. Die materielle und konstruktive Optimierung solcher auf Rastergrundrissen aufgebauten Nutzbauten, mit und ohne Gewölbe, besaß in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. einen hohen ökonomischen Stellenwert.⁵²⁸ Beispielsweise wurden in den 30er Jahren des 19. Jh. sogenannte „Quadrathohlbauten“⁵²⁹ auf den herzogli-

chen Domänen in Sorge und Baasdorf im damaligen Herzogtum Anhalt-Köthen unter diesem Aspekt als landwirtschaftliche Versuchsbauten errichtet (Abb. 102).

TYPISIERUNG DURCH DIE BAUVERWALTUNG

Die Bauverwaltungen waren zu Beginn des 18. Jh. verpflichtet für alle von ihnen durchzuführenden Bauvorhaben sogenannte „Risse“ (Zeichnungen) und sogenannten „Anschläge“⁵³⁰, (Leistungsverzeichnisse) anzufertigen. Daher lag es nahe, typisierte Grundrisse und Bauanschlätze einzuführen,⁵³¹ wie sie für Typenhäuser beispielsweise in Berlin ab den 30er Jahren des 18. Jh. bekannt waren.⁵³² In der zweiten Hälfte des 18. Jh. rückte die materielle Ausführung solcher typisierten Gebäude ähnlich wie bei den oben erwähnten Mustergrundrissen stärker in den Vordergrund. Für wiederkehrende Bauaufgaben wie Landpredigerhäusern oder Dorf-Industrie-Schulhäuser (Kleinstschulen) wurden Mustergrundrisse entwickelt, die den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten nur angepasst werden mussten.⁵³³ Es waren in der Regel rechteckige Grundrisse mit ein oder zwei Mittelwänden, die sich für eine Vielzahl weiterer Nutzungen einsetzen ließen.⁵³⁴ So wurde das Ende des 18. Jh. von Eytelwein als Amtswohnhaus konzipierte Gebäudemuster gleichzeitig als Grundrissmuster für Mühle, Försterei, Dorfhaus, Krug (Gaststätte) oder ausgedehntes Domänen- und Justizamt angesehen⁵³⁵ (Abb. 12).

Wesentliche Aspekte der von Mitgliedern des Ober-Bau-Departements entwickelten typisierten Gebäude war deren konstruktive Ausbildung und die exakte Erfassung der für die Errichtung erforderlichen Baumaterialien und Arbeiten.⁵³⁶ Dafür wurden die einzelnen Gebäudetypen nach der jeweiligen Ausführung, „massiv von gebrannten Steinen, oder Lehmputzen, oder in Fachwerk“⁵³⁷, unterschieden und vorgedruckte Anschläge für die jeweils erforderlichen Baustoffe und Arbeiten entwickelt.⁵³⁸ Für die normierten Gebäudetypen standen sogenannte „Normalzeichnungen und Normal-Holzanschlätze“⁵³⁹ zur Verfügung, die in Größe, Bauart und Ausstattung den lokalen Gegebenheiten und den finanziellen Möglichkeiten oder den gewünschten Repräsentationsansprüchen entsprechend anpassungsfähig waren.⁵⁴⁰ Musterpläne sind im Ausstellungskatalog „Mathematisches Calcul und Sinn für Ästhetik“⁵⁴¹ und in der „Instruktion für Bau- und Werkmeister...“ von F.B. Berson⁵⁴² dargestellt. Der Arbeitsaufwand, der für die Verwaltung entstand, um kalkulierfähige Planunterlagen zu erstellen, war damit überschaubar geworden. Der Versuch, auch die Preise von Baumaterialien sowie Fuhr- und Arbeitslöhne flächendeckend zu erfassen und zu vereinheitlichen, scheiterte jedoch. Die Vergleichbarkeit ließ sich wegen der großen lokalen Unterschiede nicht herstellen.⁵⁴³ Die exakte Erfassung der für ein Bauteil benötigten Baumaterialien und Arbeiten⁵⁴⁴ fand Ende des 18. Jh. und während des gesamten 19. Jh. immer größere Beachtung. Versucht wurde beispielsweise, aus der Grundfläche oder einem bestimmten um-

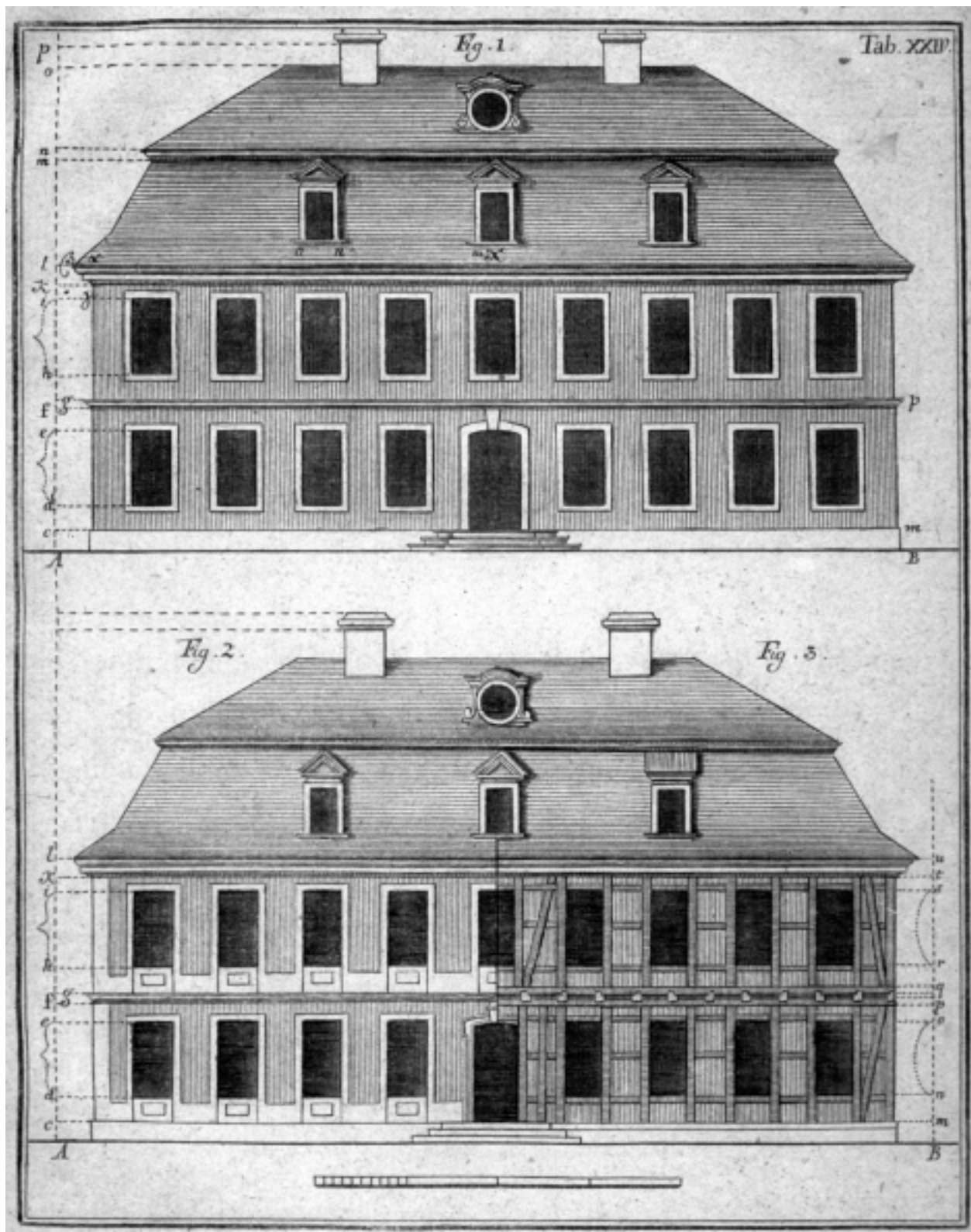


Abb.08. Suckov 1751, Tab. XXI. Die praktische Umsetzung der Musterentwürfe war nachgeordnet, wenngleich die konstruktive Umsetzung wachsende Bedeutung erfuhr.

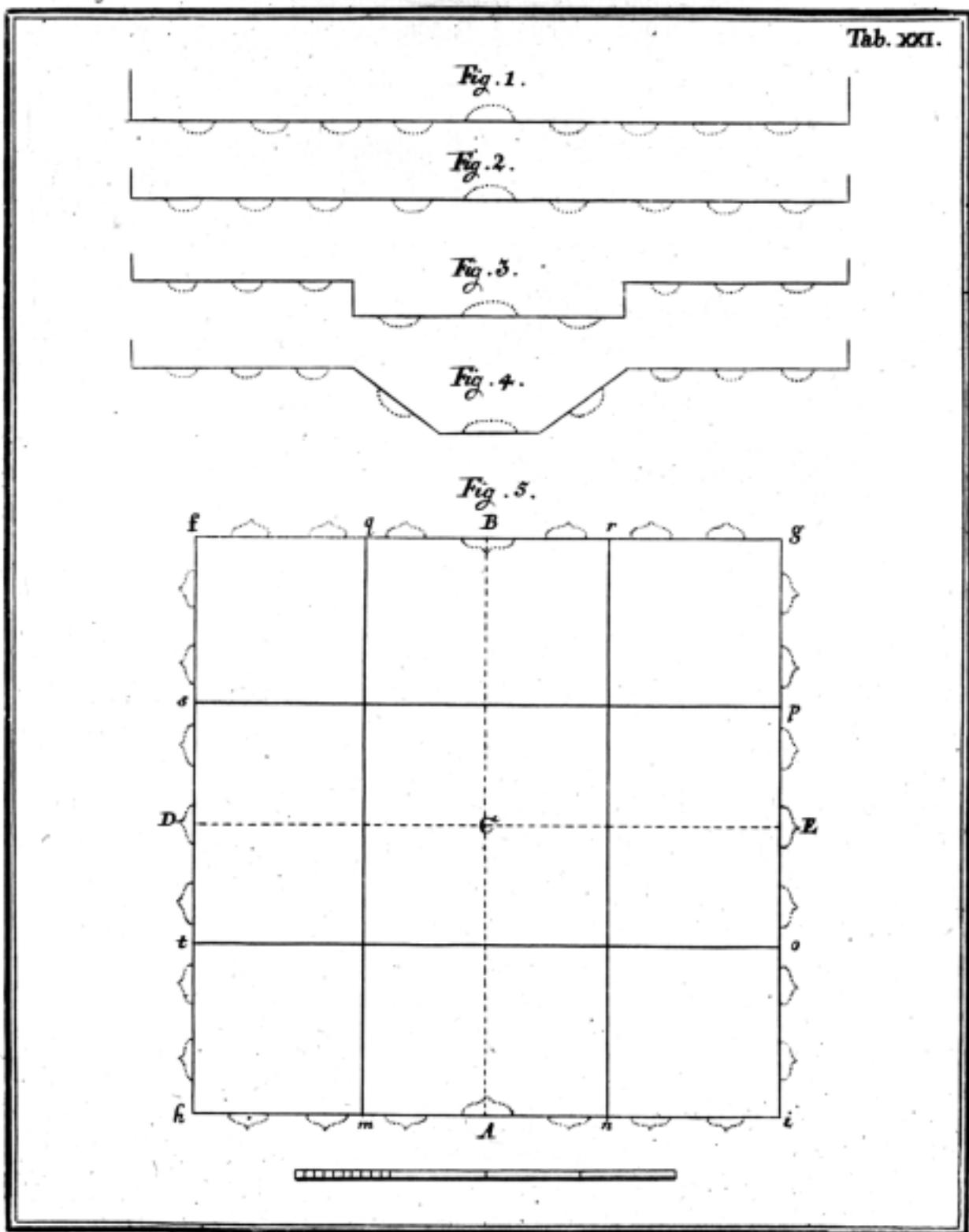


Abb.09 Suckow 1798. 4. Aufl., Tab. XXIV. Das symmetrisch auf Maueröffnungen ausgerichtete Grundrisschema war mit den unterschiedlichen Ausbildungen der Straßenfassaden (Fig. 1, 2, 4 und 5) bis in die erste Hälfte des 19. Jh. bestimmend. Sehr verbreitet war die Grundrissunterteilung durch eine Mittelwand, die parallel zur Fassade verlief.

bauten Raum die notwendigen Massen abzuleiten.⁵⁴⁵ Anfang des 19. Jh. wurde Konstruktions- und Nutzfläche in Beziehung zueinander gesetzt.⁵⁴⁶

Da sich landwirtschaftliche⁵⁴⁷ und gewerbliche Produktionsweisen⁵⁴⁸ während des 18. Jh. grundlegend verändert hatten, mussten auch die Bauten auf die neuartige Entwicklung abgestimmt werden. Mit der Stallfütterung wurden Stallbauten nun speziell für einzelnen Tierarten angelegt. Auch wurden Speicherbauten zur Futterlagerung erforderlich.⁵⁴⁹ Ebenso waren für die eingerichteten Manufakturen größere Gebäudeeinheiten notwendig, in denen die verschiedenen technischen Produktionsmittel untergebracht werden konnten. Die Entwicklung solcher neuer funktionsfähiger landwirtschaftlicher und ökonomischer Nutzbauten wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. als Teil der Bauwissenschaft angesehen.⁵⁵⁰ Die empirische Erfassung, beispielsweise des erforderlichen Platzbedarfes zur Tierhaltung, Lagerhaltung und Bewirtschaftung, diente als Grundlage neuer nutzungsorientierter Grundrissanordnungen.⁵⁵¹ Damit ließen sich die erforderlichen Gesamtvolumen der landwirtschaftlichen Anlagen auf die zu bewirtschaftende Fläche ausrichten.⁵⁵² Der Baubeamte Colberg wurde durch das „Publicandum des königlichen-Preußischen Hohen General-Oberfinanz-Kriegs- und Domainen-Direktoriums“ vom 7. Juli 1789 beauftragt sowohl hölzerne als auch massive „Unterthanengebäude“ wie Scheunen, Ställe und Wohnhäuser in Hinblick auf Nutzung und auf ihre Bauweise zu analysieren.⁵⁵³ Dabei ermittelte er Mindestabmessungen bzw. den notwendigen Platz, den zum Beispiel ein bestimmtes Tier in einem Stall erhalten sollte.⁵⁵⁴ Gleichzeitig wurden die einzelnen Gebäude sowie die Anordnung landwirtschaftlicher Anlagen auf eine optimierte Nutzbarkeit ausgerichtet und einzelne Betriebsgrößen den bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen zugeordnet.⁵⁵⁵ Genau umrissene Konstruktionen und Baumaterialien wurden den einzelnen Nutzbauten zugewiesen. Das Mitglied des Ober-Bau-Departements H. C. Riedel beschrieb massive Stallgebäude, deren Ausführung er für die Außenwände als Ziegel, Feld- Bruchsteinmauerwerk oder mit Lehmputzen genauso bestimmte wie die inneren Trennwände aus Lehmsteinen,⁵⁵⁶ die nur für Rinderställe abgeschlossen wurden (Abb. 13, 14).

Neben der organisatorischen und konstruktiven Optimierung landwirtschaftlicher Nutzbauten wurden auch Wohn- und Gewerbebauten untersucht.⁵⁵⁷ Wesentliche Ursache für das Interesse waren zu niedrige, feuchte, überbelegte und zugerauchte Unterkünfte, die den höheren Anforderungen nach „gesunden...“⁵⁵⁸ Wohnbauten nicht entsprachen.⁵⁵⁹ Für die „Unterthanengebäude“⁵⁶⁰ wurden als Nutzerbedürfnisse ausschließlich konstruktive und haustechnische Standards wie Standsicherheit oder Brandschutz zugrunde gelegt. Weitergehende Bedürfnisse blieben unberücksichtigt. Das Ober-Bau-Department veranlasste 1788 den Baubeamten Berson Grundrisse von städtischen Wohn- und Geschäftshäusern in klassifizierten Normgrößen zu entwickeln.⁵⁶¹ Präsentiert wurden Ende des 18. Jh. Grundrisstypen, die Gewerbeeinheiten mit einer Wohnnutzung verbanden (Abb. 15). Basis der vorgenommenen

Gebäudeklassifizierung war die Anzahl der Fensterachsen der straßenseitigen Fassade. Einer kleinen Klasse wurden Gebäude mit drei und vier Achsen, einer mittleren Klasse zwischen fünf und sieben und einer großen Klasse acht und mehr Achsen zugeordnet. Den Gebäudetypen waren analog zu den landwirtschaftlichen Nutzbauten auf typisierte Konstruktionen und Materialangaben und den Ende des 18. Jh. angebotenen staatlichen Förderprogrammen abgestimmt. So fehlten Seitenflügel, die wegen des Brandschutzes abgelehnt und entsprechend auch nicht gefördert wurden.⁵⁶² Um 1800 sah das Ober-Bau-Departement die „Wohnbedürfnisse aller Klassen“⁵⁶³ als verbessert an. Die etwas größer angelegten Wohnbauten wurden dabei als „höherer Grad an Kultur“⁵⁶⁴ dargestellt.

Auf der Suche nach musterhaften Gebäudegrundrissen für ausgewählte Wohn- und Repräsentationsfunktionen wurden von der Akademie der Künste in Berlin im letzten Jahrzehnt des 18. Jh. wiederholt Wettbewerbe mit sehr differenzierten Nutzungsanforderungen ausgeschrieben,⁵⁶⁵ deren Ergebnisse gegenwärtig nicht bekannt sind.

Sowohl einige Mitglieder der Baudeputation, Lehrer der Gewerksschule und Bauakademie/Bauschule⁵⁶⁶ brachten während des 19. Jh. sehr gefragte Musterentwürfe zu den unterschiedlichsten Bauaufgaben für Wohn-, Industrie- oder Repräsentationsbauwerke heraus. Diese waren teils sehr differenziert ausgearbeitet, mit Ausführungsdetails versehen, so dass sie von Planern und Ausführenden gerne verwendet wurden (Abb. 16).

PLANUNGSUNTERLAGEN

Während des gesamten 18. Jh. wurden für private Bauvorhaben nur in Ausnahmefällen von den beauftragten Baumeistern oder Bauhandwerkern Planungsunterlagen angefertigt, „sondern [sie] bemühten sich nur, jedem Bedürfniss den nöthigen Raum zuzuweisen“⁵⁶⁷. In einer als „Hauptriß“⁵⁶⁸ bezeichneten Strichskizze genügte es die Wandzuordnung ohne irgendwelche Öffnungen widerzugeben. Zeichnungen, wie Abbildung 9 sind daher als beispielhaft für private Bauaufgaben anzunehmen.

In der ersten Hälfte des 18. Jh. wurden Architekturzeichnungen stärker in Grundrisse, Ansichten, Schnitte und Perspektiven unterschieden, die nun zudem mit einem Maßstab versehen sein sollten.⁵⁶⁹ Derartig aufwendig erstellte Pläne setzten entweder einen äußerst finanzkräftigen oder einen hochherrschaftlichen Bauherren voraus. Bedeutung erhielten genauere Zeichnungen, um zweckgebundene staatliche Zuschüsse zu kontrollieren. Die Zimmer- und Maurermeister wurden durch das Baureglement vom 29. Oktober 1781 angehalten, für bezuschusste Bauten detaillierte Zeichnungen mit Angaben zur Konstruktion, zur Qualität und zur Quantität der Baumaterialien vorzulegen.⁵⁷⁰ Sämtliche Planunterlagen waren mit Maßstab zu versehen. Die einzelnen Zeichnungen wurden unterteilt in „horizontale Flächen“ (Grundrisse), „Standriß“ bzw. „Aufriß“ (Ansichten) und den „Profilriß“ (Schnitt). Zusätzliche Bedeutung hatte der „Balkenriß“ oder „Dachriß“⁵⁷¹, in dem Angaben zur Deckenkon-

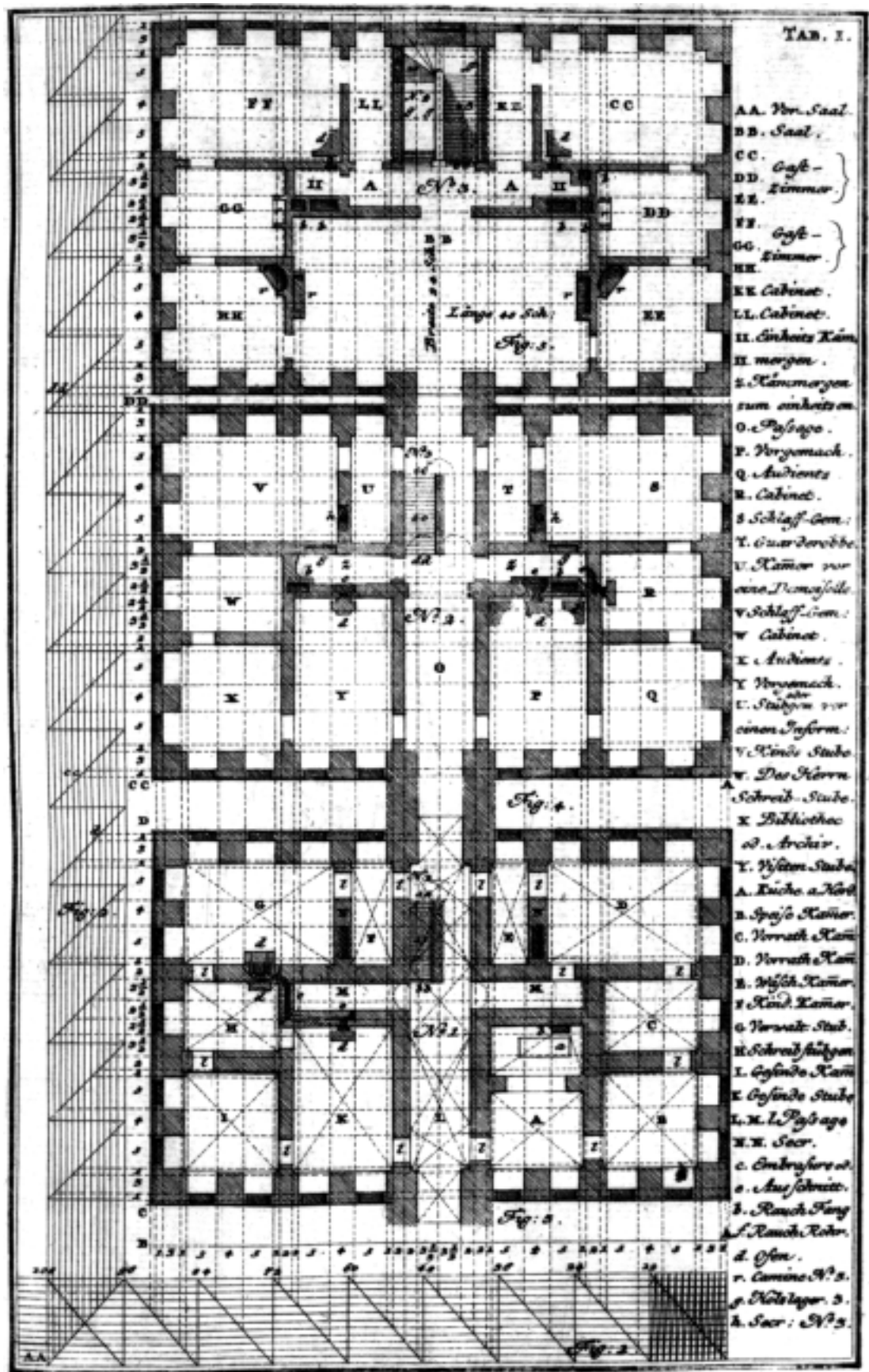


Abb.10 Synopsis Architecturae Civilis Eclecticae, ... 1732, Tafel I. vor allem bei Repräsentationsbauten wurden Grundrisse und Ansichten nach einem Proportionsraster angelegt, dem auch die jeweiligen Mauerstärken untergeordnet wurden.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

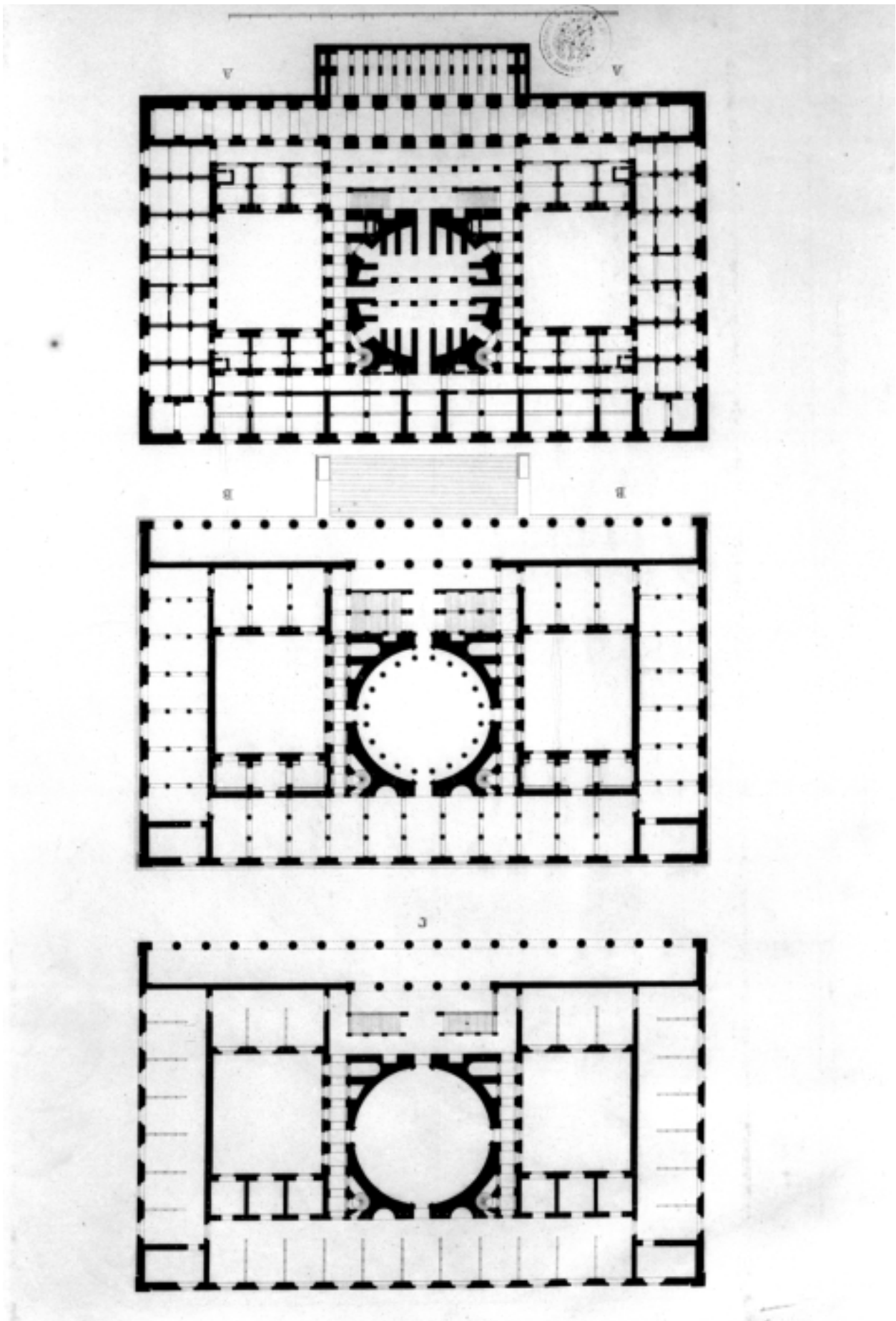


Abb.11 Schinkel 1825. Dem Grundriss des alten Museums in Berlin liegt ein materialsparender und vielseitig nutzbarer Rastergrundriss zu Grunde.

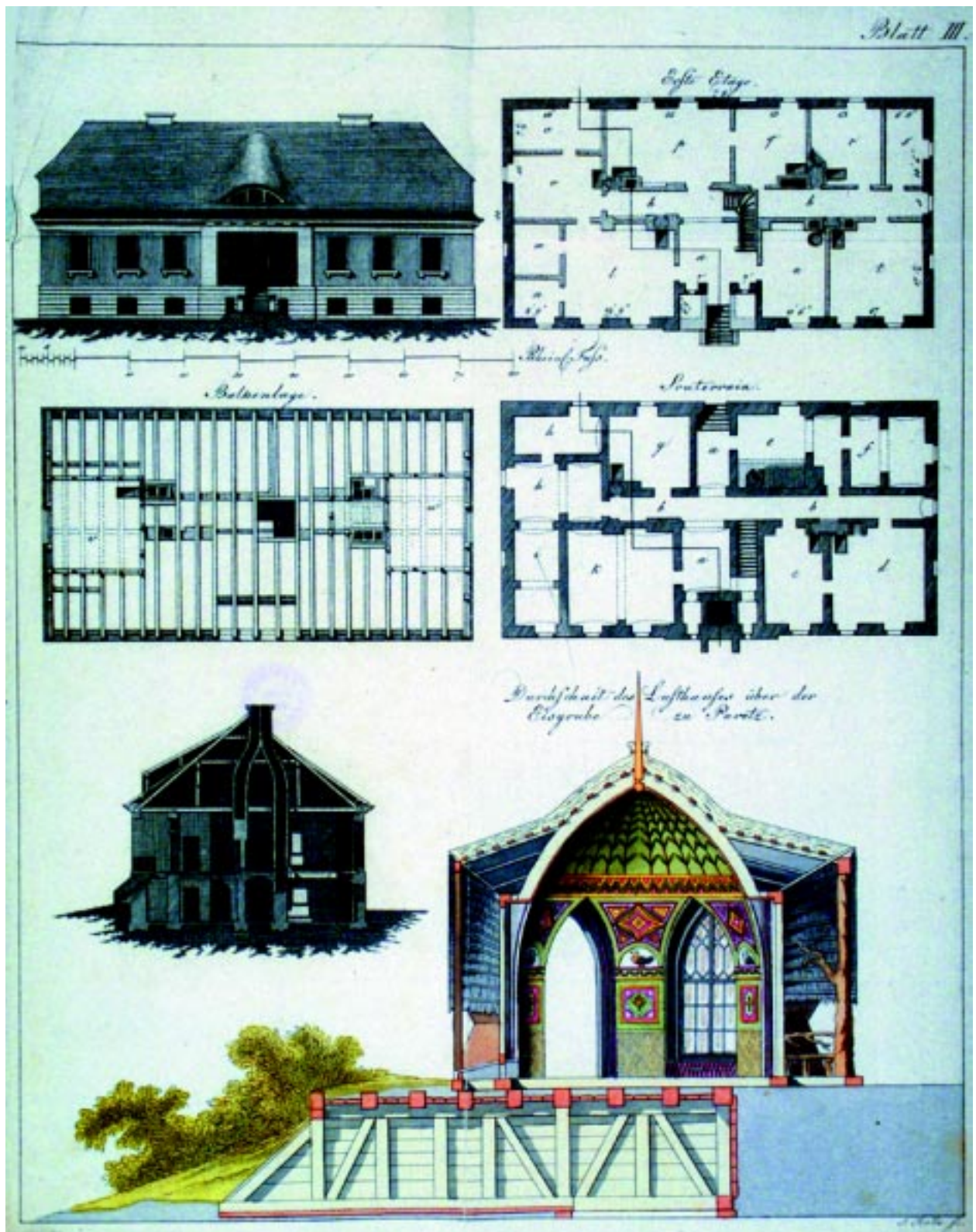


Abb.12. Entwurf eines Wohnhauses, für Königl. Domainenbeamte in Neuostpreussen 1800. Blatt III. Das von Eytelwein als Amtswohnhaus konzipierte Gebäudemuster war gleichzeitig Grundrissmuster für Mühlen, Försterein, Dorfhäuser, Krüge (Gaststätte) oder ausgedehnte Domänen- und Justizamtgebäude. Wesentlicher Entwurfsbestandteil waren konstruktive und materielle Vorgaben für die Ausführung. Das Muster wurden auf die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten angepasst.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

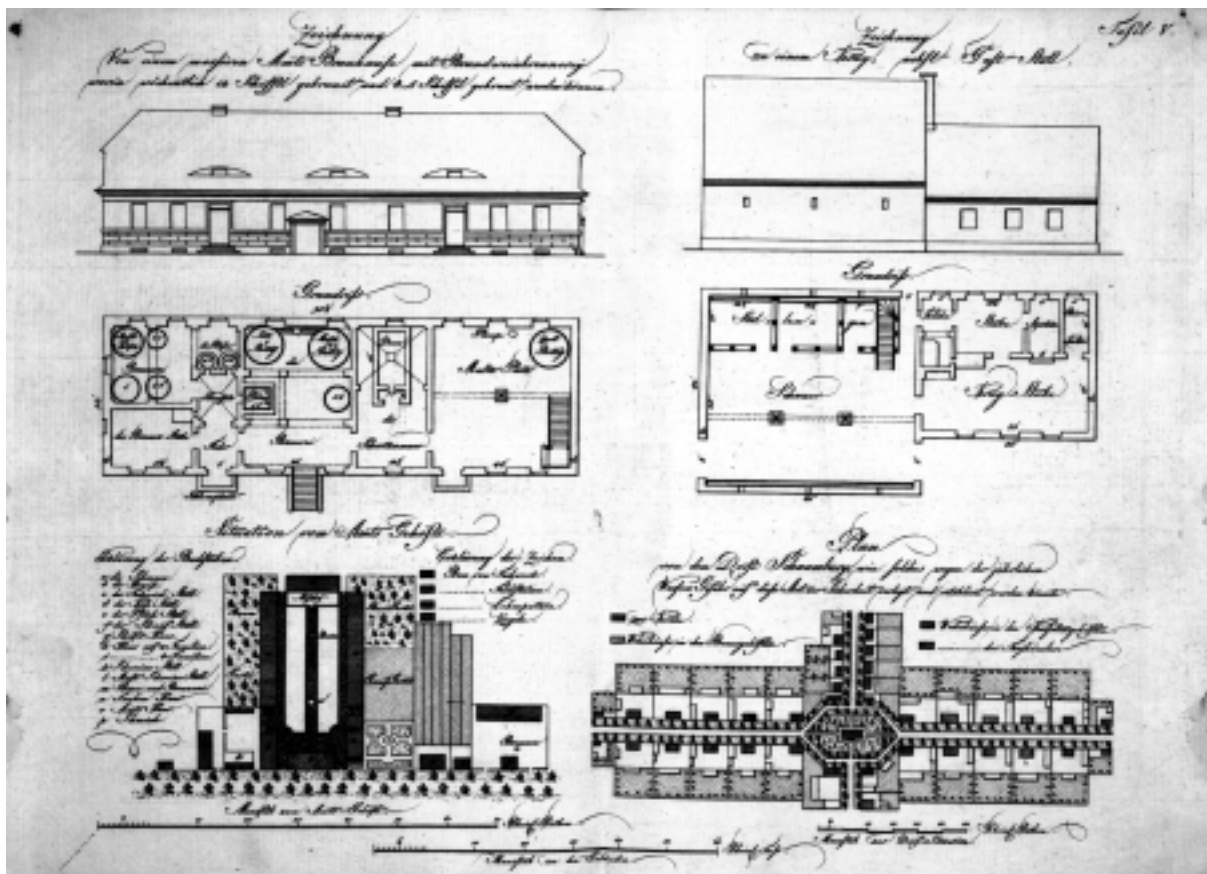


Abb.13 Riedel 1803. Tafel V. Das Ober-Bau-Departement entwickelte für landwirtschaftliche Nutzbauten funktionale Anordnungen der Dorf- und Gebäudegrundrisse. Für alle wesentlich vorkommenden Nutzungen z.B. Brauereien wurden vollständige Mustertypen hin bis zur materiellen und konstruktiven Ausführung ausgearbeitet.

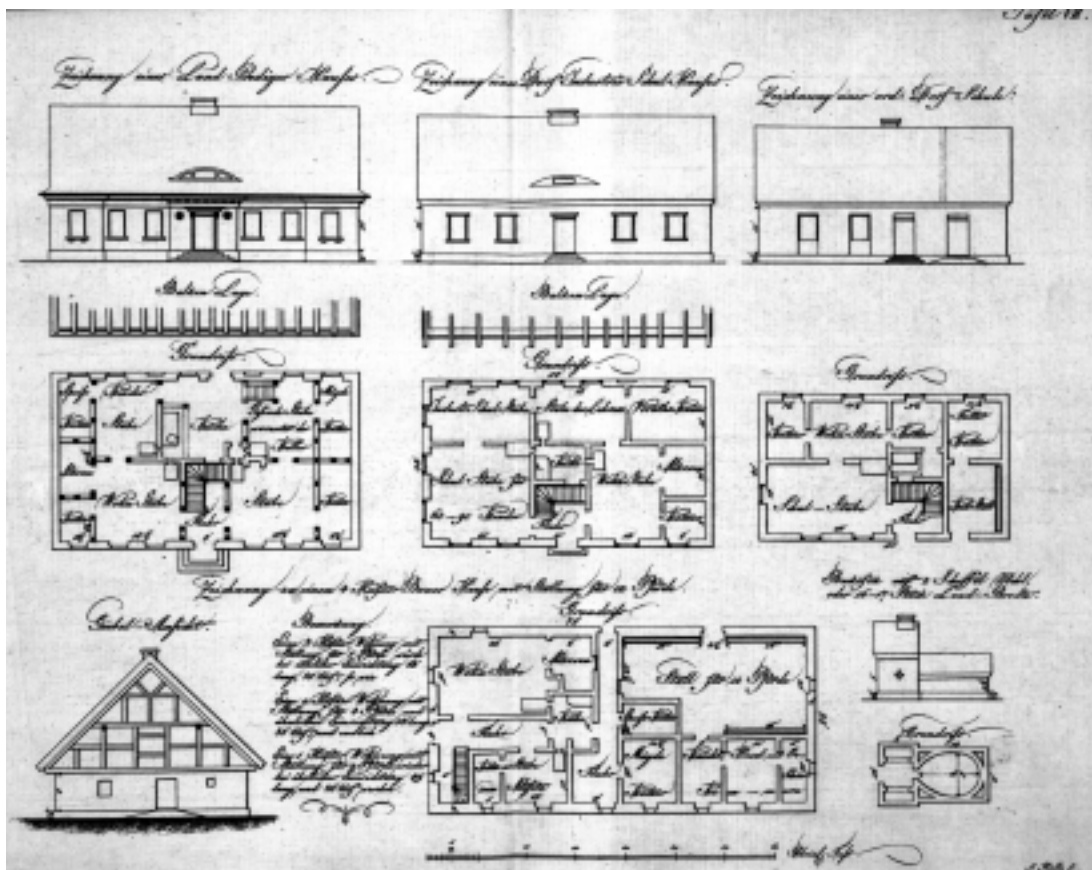


Abb.14 Riedel, 1803. Tafel VII.

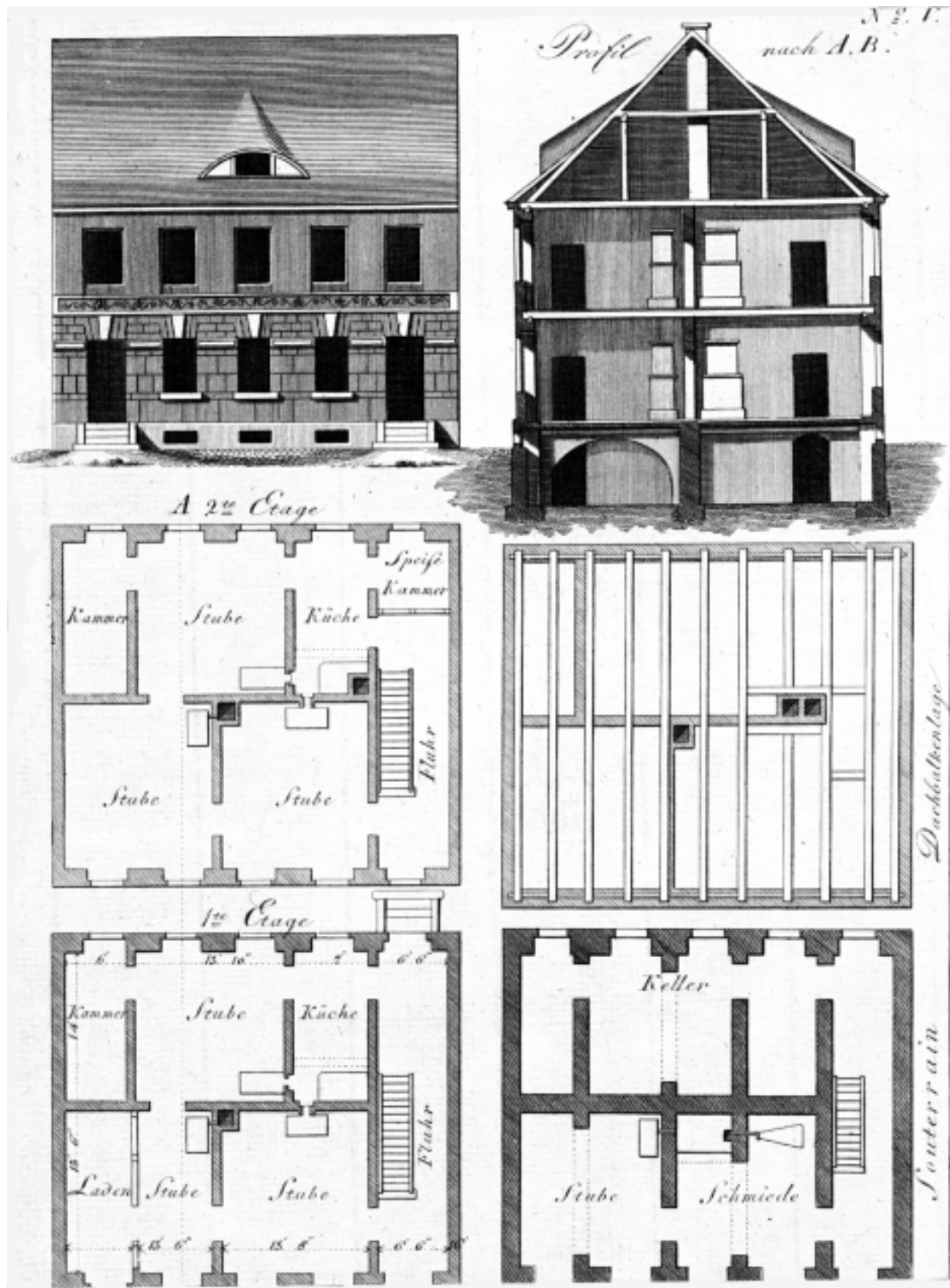


Abb.15 Berson 1804. Blatt 5. Analog zu den landwirtschaftlichen Nutzbauten wurden städtische Typenhäuser entwickelt, die je nach Repräsentationsabsicht, Nutzung, sozialer Stellung und örtlicher Gegebenheit angepasst wurden. Alle Typen basierten auf gleichartig konstruierten Bauteile, wie Mauern, Gewölben, Dächern und Decken.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

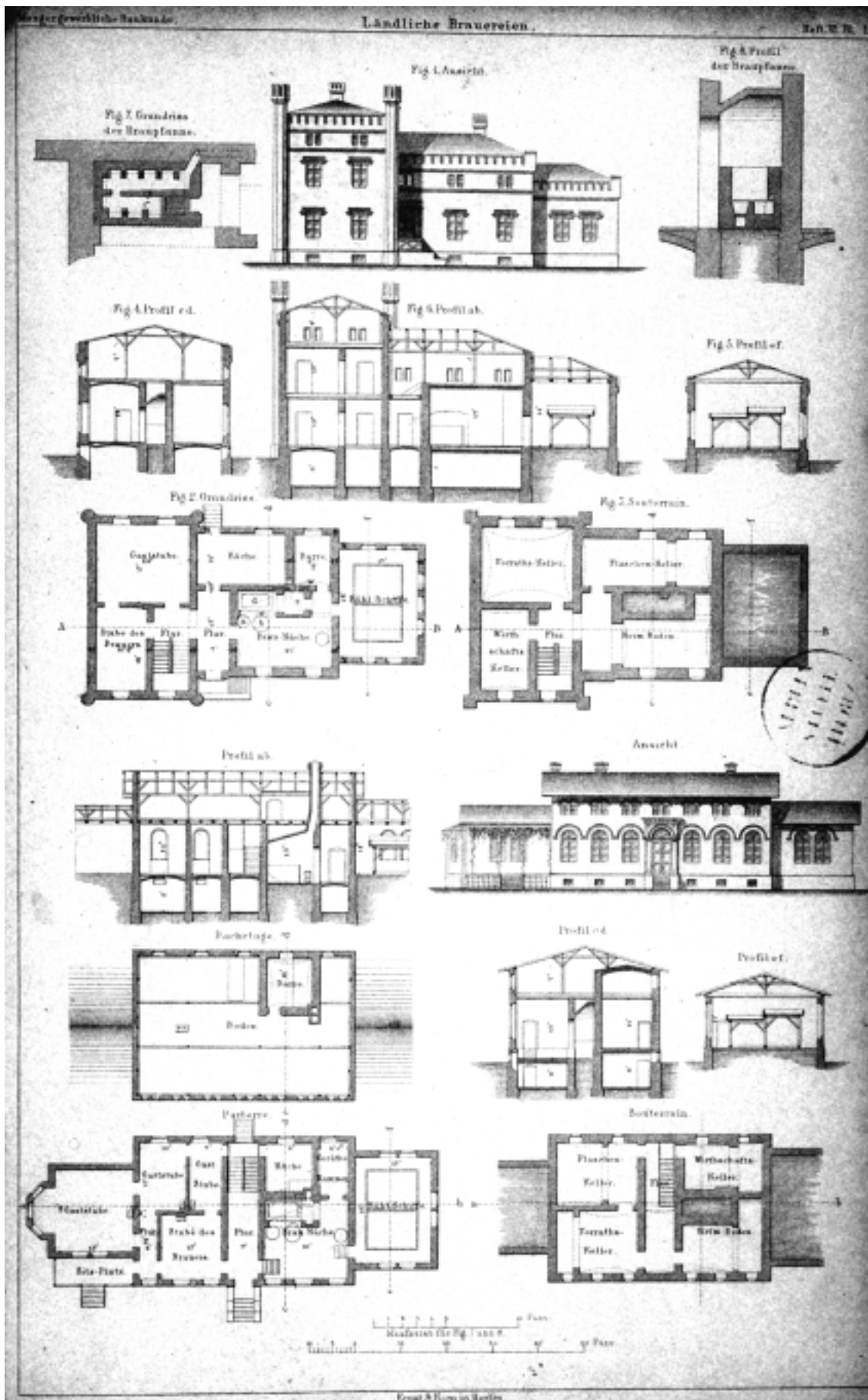


Abb.16 Manger, 1860. Atlas. Heft VI. Blatt 1. Die ab der Mitte des 19. Jh. publizierten Mustergrundrisse waren auf einzelne Nutzungen abgestimmt und entsprachen dem aktuellen technischen Kenntnisstand. Die sorgfältige konstruktive Ausarbeitung erlaubte es die Musterentwürfe als unmittelbare Bauvorlage einzusetzen.

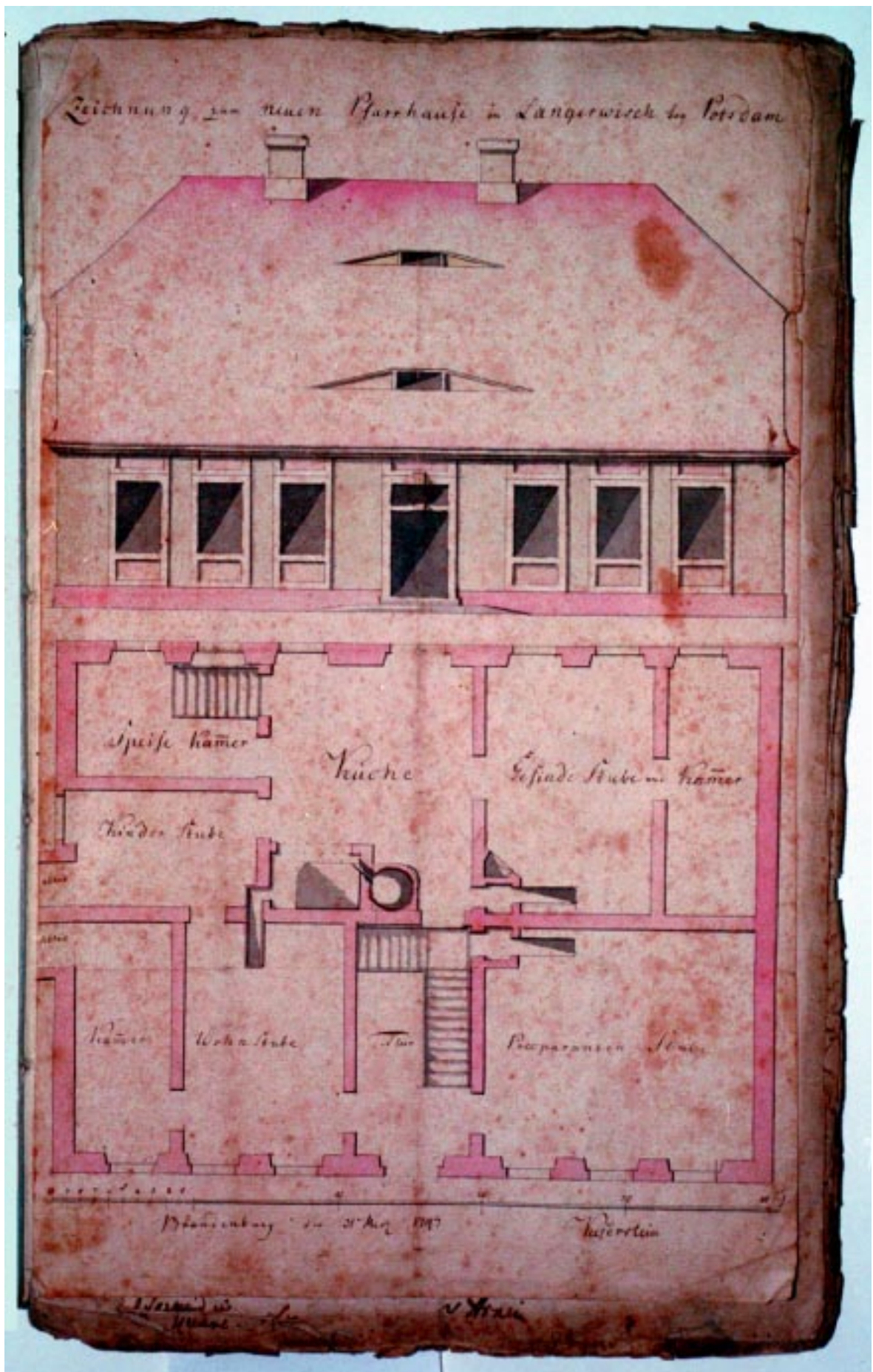


Abb.17 Grundriss und Ansicht der Zeichnung für das Pfarrhaus Langerwisch (1797) Die mit einem Maßstab versehenen Zeichnungen dienten zur funktionalen Kontrolle und zur Überprüfung der Massen. Art und Weise der Ausführung ergaben sich aus den beigelegten Baubeschreibungen.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

struktion vor allem aber zum Holzbedarf enthalten waren. In Verbindung mit den aufgestellten Leistungsverzeichnissen wurden Planungsunterlagen ein wichtiges Hilfsmittel, insbesondere für staatliche Bauvorhaben, die tatsächlich ausgeführten Leistungen überprüfen zu können. Ende des 18. Jh. dienten vermasste Zeichnungen (Grundriss und Schnitte) und konstruktive Beschreibungen dazu, Gebäudeausführungen auf eine „fehlerhafte Bauart“⁵⁷² kontrollieren zu können. Diese detaillierten Planunterlagen führten innerhalb der Bauverwaltung dazu, solche auch für private frei finanzierte Bauvorhaben einzufordern.⁵⁷³

Beispiel einer Bauzeichnung, wie sie von der Verwaltung für eigene Bauvorhaben erstellt wurde, ist der Neubau des Pfarrhauses in Neu-Langerwisch, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf (1797 bis 1801) (Abb. 17). Der Baubedienstete Keferstein der „königl. Kurmärkischen Krieger- und Domänenkammer“ erstellte den Grundriss und die Ansicht des Pfarrhauses. Planunterlagen der Nebengebäude sind nicht vorhanden. In dem zugehörigen Bauvertrag wurde erwähnt, dass ein „Wohngebäude [...] von Lehmputzen...“ ausgeführt wurde, „... die Wirthschafts Gebäude [...] in der gewöhnlichen Art...“ (gemeint ist Fachwerk) errichtet wurden.⁵⁷⁴

Die Bedeutung der „Bauzeichnungen oder Baurisse“⁵⁷⁵ zur räumlichen Erfassung von Form oder Gebäudeanordnung erhielt erst Ende des 18. Jh. einen größeren Stellenwert.

2.5.2. KELLER

Die Keller waren während des 17., 18. und frühen 19. Jh. innerhalb des Gebäudes der wichtigste Ort der Lebensmittellagerung⁵⁷⁶ oder sie dienten wegen ihrer konstanten Temperaturen als Warenlager.⁵⁷⁷ In den Kellerwänden wurden daher Vorratsnischen berücksichtigt, die sich beispielsweise in den Neuruppiner Kelleranlagen selbst in kleineren Gebäuden wiederfinden. Zufällige Beispiele sind in der August-Bebel-Straße 34, August-Bebel-Straße 22a oder Schinkelstraße 12 (nach 1787), alle Neuruppin, zu finden. Die Nischen wurden vorzugsweise in den Seitenwänden angelegt.

Keller waren Ausdruck der sozialen Stellung. Bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. musste sich die Kelleranlage nicht notwendigerweise auf das aufgehende Gebäude beziehen.⁵⁷⁸ Dennoch wurden neu angelegte Keller in der Regel auf die Grundrisse der aufgehenden Geschosse weitgehend abgestimmt.⁵⁷⁹ Dieses bezog sich sowohl auf Fachwerkgebäude und in besonderer Weise auf Massivbauten. Ob die gesamte oder nur ein Teil der Gebäudegrundfläche unterkellert war, hing von der beabsichtigten Nutzung und den finanziellen Verhältnissen der Bauherren ab. Beispiel eines nur in der vorderen Hälfte des Vorderhauses bis zur Mittelwand angelegten Gewölbekellers ist das Gebäude Große Hamburger Straße 19a in Berlin-Mitte (um 1699). Etliche märkische Schlösser Ende des 17. und Anfang des 18. Jh., beispielsweise das Schloss Roskow, Landkreis Brandenburg Beetzsee (1723-27), wurden

vollständig unterkellert und aufwendig mit Tonnen- und Kreuzgewölben für Vorrats- und Wirtschaftsräume ausgestattet.

Nachteilig waren Kelleranlagen unter Durchfahrten, da sie unter den Lasten und Erschütterungen der Fuhrwerke Schaden nahmen.⁵⁸⁰ Dennoch wurden Keller wie in dem Beispiel Auguststraße 69, in Berlin-Mitte, (1792) unter der Durchfahrt angelegt. Besonders gefährdete Kelleranlagen waren diejenigen, zumal Balkenkeller, über denen Wasser oder sonstige Flüssigkeiten eindringen konnten. Zu solchen Bereichen zählten Flure, Küchen und vor allem Stallungen,⁵⁸¹ die entweder nicht unterkellert wurden oder vorzugsweise Steingewölbe mit einer wassersperrenden Lehm- oder Tonschicht geschützt wurden.⁵⁸² Wesentlich bestimmt wurde die Lage der Kelleranlagen durch den Grundwasserstand. Im günstigsten Fall wurde die Kellersohle über dem höchsten Grundwasserniveau angelegt.⁵⁸³ Erheblich aufwendiger und teurer waren Brunnenanlagen, die ggf. mit einem Entwässerungssystem aus hölzernen Rinnen und verschiedenen Tonschichten ergänzt werden mussten.⁵⁸⁴ Um zusätzliche Kosten zu vermeiden, wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. die lichte Kellerhöhe und die Lage der Kellersohle für „gewöhnliche Kelleranlagen“⁵⁸⁵ nach dem Grundwasserstand ausgerichtet.

Zum Schutz der Kellersohle gegen drückendes Wasser wurden in den ersten Jahrzehnten des 18. Jh. geschichtete Bodenaufbauten eingesetzt. Unter Hinweis auf das „Tractat les Mouvemens des Eaux“⁵⁸⁶ von Mariotte wurden Schichten mit gestampftem Sand-, trockenen und feuchten Tonschichten und einem abschließenden Plattenbelag als Sperrschicht aufgebracht. In der Mitte des 18. Jh. wurden vergleichbare Schichtungen zusammen mit in Mörtel verlegten Ziegeln in bogenförmigen Wellen angelegt, um so dem Wasserdruck entgegen zu wirken.⁵⁸⁷ Die Wellen wandelten sich während der zweiten Hälfte des 18. Jh. in eine „niederwärts gehende Bogenlinie“⁵⁸⁸, die sich auf den jeweiligen Kellerraum bezog (Abb. 18). Im Verlauf dieser Bogenlinie wurden eine oder mehrere Tonschichten und eine eng in einen hydraulischen Kalkmörtel verlegte Ziegelschicht eingebracht. Je größer die Stichhöhe der Bogenlinie war, desto beständiger wurde die Absperrung gegen drückendes Wasser angenommen.⁵⁸⁹ Die Ton-, Sand- oder „Cäment“-Schichten⁵⁹⁰ (vgl. S. 92 ff., 102) wurden auch waagerecht angelegt. In der Mitte des 19. Jh. folgten Asphaltschichten als neuer wassersperrender Baustoff.⁵⁹¹ Eine weitere im 18. und 19. Jh. durchaus bekannte Möglichkeit den Keller trocken zu halten, bestand darin, Quellwasser zu verlegen oder eindringendes Wasser durch Grabenanlagen gezielt in Brunnen zu sammeln und von dort mit Röhren abzuleiten.⁵⁹²

In der zweiten Hälfte des 18. Jh. rückte eine verbesserte Nutzbarkeit der Kelleranlagen stärker in den Vordergrund, bei der die Keller ausreichend belichtet, belüftet und mit einer größeren Kellerhöhe versehen wurden. Dazu wurden die Keller stärker über die Erdoberfläche herausgehoben, so wie es bei den märkischen Schlossbauten Ende des 17. und zu Beginn

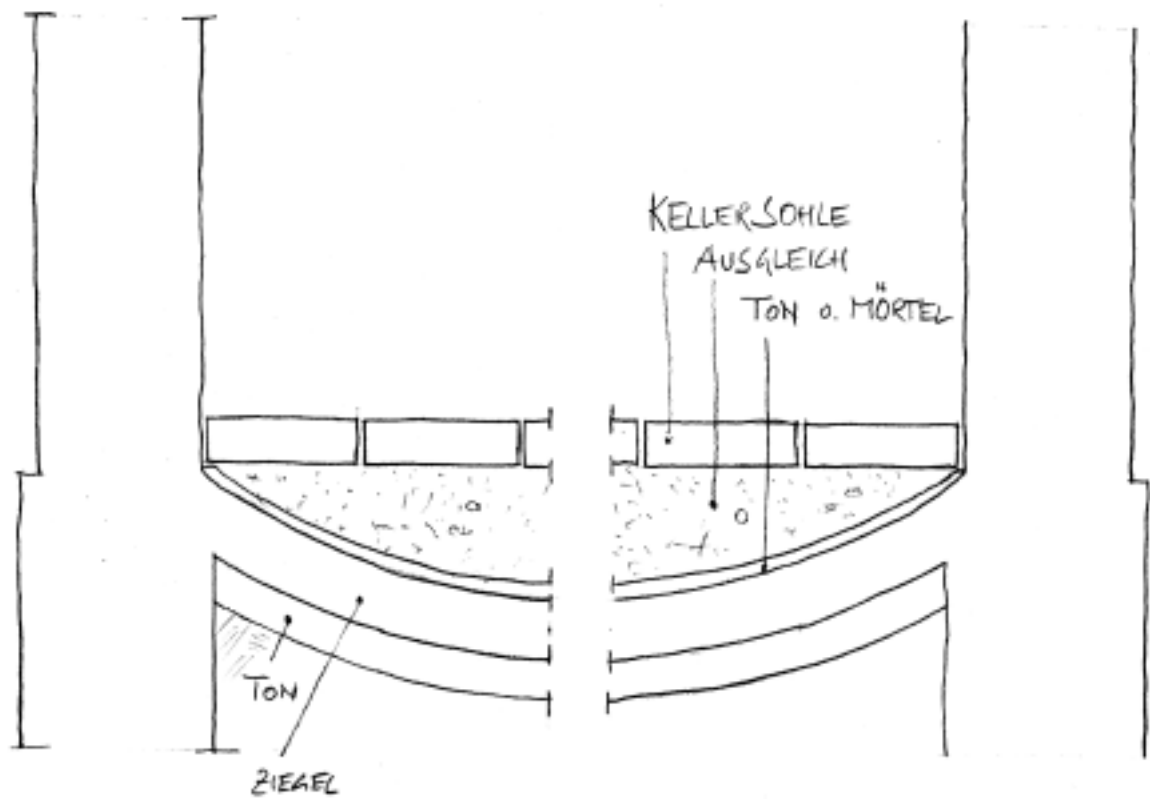


Abb.18 Skizze, um die Kellersohle gegen Feuchtigkeit, vor allem drückendes Wasser zu schützen, wurden wasserdicht eingestufte Bogenwölbungen raumweise in den Kellersohlen angelegt

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

des 18. Jh. bereits der Fall war, beispielsweise Roskow, Landkreis Brandenburg Beetzsee (1723-27), Groß-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Glienicke/ Rietz-Neuendorf (1693/1700), Steinhöfel, Landkreis Oder-Spree, Amt Heinersdorf Steinhöfel (um 1700/1790-95) oder Rheinsberg, Landkreis Ostprignitz-Ruppin(1734-39). Konnte der Keller nicht höher gesetzt werden, bestand die Möglichkeit, Licht- und Belüftungsöffnungen als Lichtschächte vorzusetzen.⁵⁹³ Um die Lage der Keller im Erdreich zu bestimmen, besagte eine Faustregel die Kellerraumhöhe sei ein Viertel oder zur Hälfte über die Erdoberfläche zu führen.⁵⁹⁴ Um 1800 wurde ein oberirdischer Kellerteil mit zwei Fuß (ca. 62,8 cm) und ein unterirdischer beispielsweise mit sechseinhalb Fuß⁵⁹⁵ (ca. 204,1 cm) als vorteilhaft bewertet, so dass Kellerhöhen für „durchschnittliche Bauten“⁵⁹⁶ zwischen acht und zwölf Fuß (ca. 251,2 und 376,8 cm) und für Prachtgebäude zwischen vierzehn bis sechzehn Fuß (ca. 439,6 und 502,4 cm) angegeben wurden. Entgegen diesen Empfehlungen waren schon aus Kostengründen die meisten ausgeführten Kellerhöhen in der Regel wesentlich niedriger.

Die Kellieranlagen wurden unterschieden in sogenannte „Balkenkeller“⁵⁹⁷, die mit einer Balkendecke abschlossen und andere Gewölbekeller. Balkenkeller waren in ihrer Herstellung einfacher und preiswerter. Mit Balkenkeller ausgestattete Gebäude sind das städtische Gebäude Neue Schönhauser Straße 12, Berlin-Mitte (ca. 1753) oder die Gutshäuser Groß Kreutz, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Groß Kreutz (ca. 1765), Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe (ca. 1818). Häufig wurden in Gebäuden sowohl Balken- als auch Gewölbekeller angelegt. Beispiele sind das Schloss Groß-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Glienicke/ Rietz-Neuendorf (1693/1700), die städtischen Gebäude Katzengraben 11, Berlin-Köpenick (ca. 1763), Vorderhaus Große Hamburger Straße 17, Berlin-Mitte (ca. 1762), Yorkstraße 7, in Potsdam (ca. 1720) und Neue Schönhauser Straße 15 in Berlin-Mitte (1752-54). Ebenso wurden Gebäude auch vollständig unterkellert und gewölbt wie das Schloss Roskow, Brandenburg Beetzsee, Schloss Meseberg, Landkreis Oberhavel, Amt Gransee und Gemeinden, die städtischen Gebäude Neue Promenade 5, Berlin-Mitte (um 1750), Kanal 4a oder Lindenstraße 26, beide Potsdam(ca. 1720), August-Bebel-Straße 22a, Rudolf-Breitscheidstraße 10, Präsidentenstraße 1, alle drei in Neuruppin (nach 1787). In der Aufteilung der Kellergrundrisse scheint während des 18. Jh. ein symmetrisches Grundrisschema bestanden zu haben, das sich durch flache Kreuzgewölbe in Symmetrieachse auszeichnete. Seitlich schlossen sich entweder parallel zur Fassade ausgerichtete Tonnengewölbe oder quer zur Fassade angeordnete Flachtonnengewölbe an. Diese Anordnung lässt sich weder durch konstruktive noch durch die Nutzung zu erklärende Gründe erklären. In der Bauliteratur des 18. Jh. wurde diese Anordnung nicht erwähnt. Beispiele für solche Kelleraufteilungen sind die Gebäude Kanal 4 und Yorkstraße 7 (ca. 1720), beide Gebäude in Potsdam, Breitestraße 45, Berlin-Pankow (um 1770) oder Karl-Marx-Straße 71, Neuruppin (nach 1787).

Die Schadensanfälligkeit der Balkenkeller infolge von Feuchtigkeit, Schwammbefall oder Feuer führte zu einer Bevorzugung steinerner Gewölbekeller, sofern diese zu finanzieren waren⁵⁹⁸ (vgl. S. 267.). Die in ihrer Herstellung preiswerten Balkenkeller sollten daher Ende des 18. Jh. nur noch für einfache Bauwerke in Erwägung gezogen werden.⁵⁹⁹ Als das Kellergewölbe schlechthin wurde bis in das 19. Jh. das Tonnen- oder „Kuffengewölbe“⁶⁰⁰ angesehen, das meist mit geringen Spannweiten⁶⁰¹ eingesetzt wurde⁶⁰² (vgl. S. 313). Die Tonne wurde parallel zur Fassade und ggf. vorhandener Mittelwand angeordnet. Beispiele sind die städtischen Gebäude Große Hamburger Straße 19, Berlin-Mitte (ca. 1699), Lindenstraße 26, Yorkstraße 9, in Potsdam (ca. 1720). Das Tonnengewölbe, das im Idealfall als Halbkreis auszuführen war, stellte in der praktischen Ausführung eine erhebliche Beeinträchtigung dar, da die durch den Radius bestimmte erforderliche Konstruktionshöhe gleichzeitig zu einer kostenintensiven Gebäudeerhöhung führte. Die Nutzung war eingeschränkt, die Gewölbe konnten nur mittig begangen werden.⁶⁰³ Der geringe verfügbare Lagerraum machte die Tonnengewölbe als Kellergewölbe wenig attraktiv.⁶⁰⁴ Die Tonnengewölbe wurden daher gestaucht und die jeweilige Bogenform wurde in der Regel durch örtliche Raumbreite und verfügbare Raumhöhe bestimmt.⁶⁰⁵ Konstruieren ließ sich die Bogenform aus drei Kreismittelpunkten bzw. als flachen Ellipse⁶⁰⁶ (vgl. S. 308 ff.). Zur Belichtung, zur Erschließung und zur Vergrößerung der Lagerflächen wurden die Tonnengewölbe mit Kappenwölbungen, sogenannten „Ohren“⁶⁰⁷, „Ohrgewölben“⁶⁰⁸ oder „Stichkappen“⁶⁰⁹ versehen. Diese Kappen stellten einen zusätzlichen sehr materialintensiven und Kosten treibenden Mehraufwand dar, so dass die Kappen in ihrer Anzahl bis in das 19. Jh. möglichst gering gehalten wurden.⁶¹⁰ Zur besseren Erschließung und Belichtung von der Straße aus wurden die Tonnengewölbe quer zur Fassade aufgereiht.⁶¹¹ In diesem Zusammenhang lässt sich auf das Pfarrhaus in der Taubenstraße 3, Berlin-Mitte (1738-39), verweisen, in dem die Tonnengewölbe quer zur Fassade ausgerichtet sind und in dessen Schildwand ein Kellerfenster angelegt ist. Möglicherweise sind die Kellergewölbe des Pfarrhauses Versuche einer verbesserten Gewölbeanordnung in der ersten Hälfte des 18. Jh. In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden Tonnen als Kellergewölbe weitgehend abgelehnt⁶¹² und wurden insbesondere in Berlin und in anderen größeren Orten durch flache Segmenttonnen und Kreuzgewölbe ersetzt.⁶¹³ Die flache Segmentbogentonne, als „Gurtbogen und Kappengewölbe“⁶¹⁴ bezeichnet (vgl. S. 343, 345), waren zwischen Gurtbogen quer zur Fassade angeordnet und entsprachen den Fensterachsen. Diese Gewölbe waren vom letzten Drittel des 18. bis weit über die Mitte des 19. Jh. bestimmend (vgl. S. 345, 190 ff.). In der zweiten Hälfte des 19. Jh. gewannen zusätzlich flache Kugelkappengewölbe an Bedeutung.

Gedrückte Kreuzgewölbe stellten wegen ihrer geringeren Konstruktionshöhe und der größeren nutzbaren Fläche eine Alternative zu den Tonnengewölben dar. Ihre Einbindung in ein variabel nutzbares Stützenraster machte sie sehr attraktiv. Dem stand eine bis zum Ende des

18. Jh. als sehr schwierig beurteilte Herstellung entgegen,⁶¹⁵ (vgl. S. 329 ff.) so dass bis auf kleinere Kreuzgewölbe auf Tonnen- oder Segmenttonnengewölbe ausgewichen wurde.⁶¹⁶ In größeren Repräsentationsbauten wie den Schlössern Roskow, Brandenburg Beetzsee (1723-27), Meseberg, Landkreis Oberhavel, Amt Gransee und Gemeinden, oder dem Neuen Palais, in Potsdam-Sanssouci (1763/69) wurden dagegen Kreuzgewölbe angelegt (vgl. S. 329 ff.). Insofern sind die beiden ausgeschiedenen Kreuzgewölbe in dem Wohngebäude August-Bebel-Straße 22a, in Neuruppin (nach 1787) in der rechten Gebäudehälfte als Besonderheit einzustufen (Abb. 197). Die anspruchsvollere Herstellung der Kreuzgewölbe war verbunden mit der Vorstellung, die größere nutzbare Fläche zu gewinnen und gleichzeitig die für die Wölbung notwendigen Widerlager zu verringern.⁶¹⁷

Die höheren Nutzungsanforderungen während des 18. Jh. führten zu einer veränderten Kellerkonstruktion. Die parallel zur Fassade angeordneten gedrückten Tonnengewölbe wurden durch eine quer angeordnete in ein Raster eingebundene Segmenttonne ersetzt. Dieser konstruktive Entwicklungsprozess war jedoch durch wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen überlagert. Dieses wird durch die Denkmalpflegerischen Gutachten der barocken Stadterweiterungen in Potsdam 1992 und 1993 bestätigt.⁶¹⁸ Anfang des 18. Jh. wurden voll unterkellerte Gebäude errichtet. In dem Zeitraum von etwa 1733 bis 1740 wurde die vollständige Unterkellerung zugunsten einer Teilunterkellerung aufgegeben. In der Regel wurden auf der Hofseite leicht vertiefte Keller, sogenannte Obkammern angelegt, die mit Balkendecken abschlossen. Nach einem baulichen Stillstand wurden ab der Mitte des 18. Jh. Gebäude wieder vollständig unterkellert. Während des siebenjährigen Krieges (1756-1763) kam es wieder zu einem baulichen Stillstand. Nach 1770 wurden Keller in der Regel mit den bequemerem, konstruktiv günstigeren Gurtbogen und Kappen gewölbt.⁶¹⁹

Obwohl theoretisch Gewölbe nicht zusätzlich belastet werden sollten und darüber folgende Balkendecken nicht auf den Gewölbescheiteln aufgelegt werden durften,⁶²⁰ war es während des 18. und 19. Jh. allgemein üblich, die Kellergewölbe als Tragkonstruktion für die darüber folgenden Fußböden einzusetzen. Balkendecken entfielen, und die Gewölbe wurden mit Erde oder Schutt oben abgeglichen und dann entweder ein Estrich oder auf einer Lattung ein Dielenboden aufgebracht.⁶²¹

KRIECKELLER

Nicht nur die Anforderungen an die Keller selbst stiegen während des 18. Jh., sondern auch die für das darüber liegende Erdgeschoss. Einen größeren Stellenwert erhielten Kriechkeller, sowohl als Balken- aber auch als Gewölbekeller.⁶²² Kriechkeller gewährleisteten wesentlich wärmere und trockenere Erdgeschosse.⁶²³ Entsprechend bot es sich an, höherwertigere Bauwerke mit einem Kriechkeller zu versehen, sofern beispielsweise durch einen hohen Grundwasserspiegel Kellieranlagen nicht möglich waren. Besondere Konstruktionen der Gewölbe

oder Balkendecken bestanden für die Kriechkeller nicht und entsprachen denen üblicher Gewölbe- oder Deckenkonstruktionen (vgl. S. 157 ff., 267 ff.). Ein Beispiel eines gewölbten Kriechkellers ist das Gärtnerhaus von 1751 im Park Potsdam-Sanssouci. Die Besonderheit dieses Kriechkellers ist zugleich seine konstruktive Ausführung als Gurtbogen und Kappenwölbung, die um 1750 noch eine Ausnahme darstellte (vgl. S. 345).

2.5.3. GRENZMAUERN

Grenzmauern stellten die räumliche Begrenzung des eigenen Bereichs zu den Nachbarn dar. Dies waren Garten- oder Hofmauern aber auch die seitlichen Gebäudemauern. Diese Wände wurden sowohl ganz auf eigenen Grund und Boden als auch als „gemeinsame Grenzmauer“⁶²⁴ auf dem eigenen und dem nachbarlichen Grundstück gemeinschaftlich errichtet, so dass sich je eine Hälfte auf dem eigenen und dem nachbarlichen Grundstück befand. Gemeinsame Grenzmauern wurden vorzugsweise in Städten angelegt, da sie einerseits eine Materialeinsparung und andererseits eine größere nutzbare Fläche beider Nachbarn erlaubten. Die Bauunterhaltung war „gemeiniglich von beyden Nachbarn zugleich“⁶²⁵ sicherzustellen. Um eine gemeinsame Grenzwand erkennen zu können, waren Blindöffnungen, das sogenannte „Loculamentum“⁶²⁶ oder „Satzlöcher“⁶²⁷ mit einer Tiefe bis zur gedachten Grundstücksgrenze beidseitig⁶²⁸ in den Wänden eingelassen. Die Nischen sollten möglichst in allen Geschossen vorhanden sein.⁶²⁹ Eine beidseitige Abdachung der Mauer war ein weiteres Erkennungsmerkmal gemeinsamer Grenzmauern.⁶³⁰ Außerhalb der Mark wurden Grenzmauern als Pfeiler-Bogen-Konstruktionen ausgeführt. Bei gemeinsamen Grenzwänden wurden die Nischen wechselseitig angelegt, nicht zuletzt um eine einseitige Schwächung zu vermeiden.⁶³¹

Befand sich die Grenzmauer ausschließlich auf einem Grundstück, und war nicht gemeinschaftlich, dann wurde die Öffnung als sogenanntes „Wandkästlein“ oder „Gewölbungen“⁶³² auf der Eigentümerseite angelegt. Notwendige Stützpfeiler für Gewölbe waren bei Grenzwänden dann innen anzulegen.⁶³³

Den Grenzwänden wurde in der Mitte des 18. Jh. als Brandwände zur Vermeidung eines Feuerüberschlag von der Bauverwaltung größere Beachtung beigemessen.⁶³⁴ So wurde in der Mark mit einer Verordnung vom 25. November 1769 sowie einer Resolutionen vom 8. März 1770 zur Verbesserung des Brandschutzes verfügt, die Innen- und Giebelwände zwei- bis dreigeschossiger „ordinärer Bürgerhäuser“⁶³⁵ mit der Mindestbreite von einer Steinlänge auszuführen. Gemeinsame Grenz- bzw. nun auch als „gemeinsame Brandmauern“⁶³⁶ bezeichnet, wurden mit einer Mauerbreite von eineinhalb Fuß (ca. 47,1 cm) verfügt. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde die Breite „gemeinschaftlicher Giebel“⁶³⁷ mit eineinhalb Steinlängen angegeben. Alle aus Fachwerk errichteten Giebeldreiecke als Grenzwände

waren zur Einhaltung des Brandschutzes zum Nachbarn mit einer eine halbe Steinlänge breiten Ziegelverblendung zu versehen.⁶³⁸ Vor allem die oberen Geschosse, die häufiger als Fachwerke ausgebildet wurden, waren wie die Grenzwand des Seitenflügels des Gebäudes Neue Promenade 5 in Berlin (1750) mit einer Ziegelverblendung ausgeführt. Die Verblendung konnte eindringenden Schlagregen nicht abhalten, so dass das nahezu vollständig eingemauerte Fachwerk schnell zerstört war.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

Die Herstellung massiver Wände und Gewölbe im 18. und 19. Jh. lässt sich vorwiegend zwei Herstellungstechniken zuordnen. Einerseits wurden die Bauten aus einzelnen Steinen in der Regel mit einem Mörtel zu einem Steinmauerwerk zusammengesetzt. Andererseits wurden aus Mörteln als homogene formbare Masse wie Lehm ein monolithisches Bauteil geformt. Bei diesen vor Ort geformten Bauteilen wurden wiederum hauptsächlich zwei Herstellungstechniken angewandt. Entweder wurde das Bauteil, wie bei den Wellerarbeiten, mit dem Spaten oder mit der Hand geformt oder die Masse wurde in eine Schalung gegossen oder gestampft, wodurch das Bauteil seine Form erhielt.

Sowohl die aus einzelnen Steinen zusammengesetzten Steinmauerwerke, als auch die durch Schalungen geformten Wände waren durch antike und neuzeitliche Architekturtraktate, aber auch durch antike und mittelalterliche Bauwerke bekannt. Allein die Wellerarbeiten waren eine regionale Herstellungstechnik, die maßgeblich von der örtlich verfügbaren Lehmqualitäten abhing.

Natürliche Baustoffvorkommen in der Mark

Zu den wichtigen Baumaterialien in der Mark zählten während des 18. Jh. Bauholz (zumeist Kiefer), Lehm, Sand, Stroh, Kalk, Feldsteine, seltener Gips und gebrannte Ziegel. Holz, der wichtigste Baustoff, war vor allem wegen seiner Nutzung als Bau- und Brennmaterial Mangelware und daher teuer.¹

Zu den ebenfalls prägenden und weitgehend preiswerten Baumaterialien gehörte der Lehm,² der jedoch durch sehr hohe Sandanteile, Kalkeinschlüsse und eine inhomogene Zusammensetzung charakterisiert war. In besonders sandigen Gebieten war allerdings auch der Lehm wegen der hohen Transportkosten ein teurer Baustoff.³ Hochgeschätzte Bindemittel waren Kalk und vor allem Gips, die aber wegen der geringen natürlichen Vorkommen in der Mark hoch gehandelt wurden. Die einzigen Kalkvorkommen existierten in Rüdersdorf und Woltersdorf bei Berlin.⁴ Der wichtigere Rüdersdorfer Kalksteinbruch einschließlich der Verkäufe hieraus unterstanden bis 1786 direkt dem preußischen König, so dass der Bruch erst mit Unterstellung unter die neu gegründete preußische Bergverwaltung als Zentralbehörde wirtschaftliche Bedeutung erhielt.⁵ Um den Kalkbedarf zu decken, wurden Ende des 18. Jh. Kalksteine aus Brüchen in der Umgebung von Jena, Magdeburg, Halberstadt, Hildesheim, dem westfälischen Raum⁶ und ab dem 19. Jh. auch aus Südpreußen⁷ importiert. Der Rüdersdorfer Kalkstein besaß eine schollenförmige Struktur, weshalb er als Mauerstein genutzt wurde⁸ und durch eine mittelmäßige Härte sogar polierfähig war.⁹ Er war allerdings nur bedingt frost- und nicht feuerbeständig.¹⁰ Der hochwertigste dieser Kalksteine besaß eine bläuliche Färbung.¹¹ Der Rüdersdorfer Kalkstein wurde zuweilen als Werkstein, vorrangig je-

doch als lagerhafter Bruchstein verarbeitet. Sehr bedeutend war der Steinbruch für die Lieferung gebrannten Kalks, der während des 18. und frühen 19. Jh. das wichtigste Bindemittel darstellte. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die Kalkvorkommen gesprengt, weshalb heute die Gewinnung gebrauchsfähiger Steine nicht mehr möglich ist.

Noch ungünstiger verhielt es sich mit den Gipsvorkommen. In der Nähe von Sperenberg, heute Kreis Teltow-Fläming, existierte das einzige märkische Gipsvorkommen, das einen sehr hohen Sandanteil aufwies.¹² Gips war daher bis in die Mitte des 19. Jh. ein besonders teurer und sehr sparsam eingesetzter Baustoff.¹³ Zur Deckung des Gipsbedarfs war der Gipsimport aus der Umgebung von Halberstadt und Magdeburg unumgänglich.¹⁴ Im Unterschied zur Mark war Gips beispielsweise in weiten Teilen des heutigen Bundeslandes Sachsen-Anhalt ein häufig vorkommender und damit preiswerter Baustoff.¹⁵ Da Gips, als Bindemittel eingesetzt, nur kurz und bei geringer Temperatur gebrannt zu werden braucht, war er dort das preiswerteste Bindemittel.¹⁶

Ebenfalls schlecht bestellt war es um natürliche Steinvorkommen, die zur Herstellung von Werksteinen geeignet waren. Beispielsweise musste für Werksteine benötigter Sandstein aus Brüchen in der Nähe von Magdeburg, Halberstadt, Mansfeld, Rothenburg an der Saale, Löwenberg in Schlesien, Bunzlau in der Nähe von Seehausen, Pirna in Sachsen, dem Saalekreis und aus Böhmen¹⁷ in unterschiedlichen Qualitäten importiert werden. Die Verwendung von Sandsteinen war mit extrem hohen Kosten verbunden, so dass selbst bei herrschaftlichen Repräsentationsbauten des späten 17. und gesamten 18. Jh. nur einzelne hervorgehobene Bauteile wie Sockelverkleidungen, Treppenstufen, Hauptgesimse, Fenstereinfassungen, Mauerecken, Pfeiler, Säulen, Schwellen und Mauerabschlüsse daraus hergestellt wurden.¹⁸ In Berlin wurde der Werkstein wegen des hohen Preises nur oberirdisch verwendet.¹⁹ Ein anschauliches Beispiel für den Sandsteineinsatz war die Fassade des Berliner Zeughauses (1695/1706). Sandstein wurde für Sockel, Reliefs, Bekrönungen, Attiken, Gesimse, Verkleidungen und Sohlbänke verwendet; die Wandfläche wurden geputzt. Vollständige Quadermauerwerke aus Sandstein, wie in der Bibliothek im Neuen Garten in Potsdam (1792/94) zu sehen, stellte eine Ausnahme und eine große Besonderheit dar.

Vorzugsweise in den Residenzstädten Berlin und Potsdam wurde während des 18. Jh. zu Repräsentationszwecken die Verarbeitung von Sandstein beispielsweise für Gebäudesockel oder Traufgesimse staatlich subventioniert. Für einfache, insbesondere ländliche Bauvorhaben wurden Sandsteine nur aus technischer Notwendigkeit eingesetzt, so bei Mühlsteinen, Prellsteinen o.ä. Die hohen Importkosten waren in der zweiten Hälfte des 18. Jh. ein wesentlicher Grund dafür, dass das Ober-Bau-Departement versuchte, Kalkstein als Werksteinersatz gegenüber dem Sandstein aufzuwerten.²⁰ In den meisten märkischen Provinzstädten wichen man jedoch auf Ziegel oder gebrochene Natursteine aus²¹ (vgl. S. 209 ff.). Sandstein

blieb bis in das 19. Jh. hinein ein Statussymbol, das privilegierten Bauherren vorbehalten war.²²

Auf der Suche nach preiswerten, im eigenen Land verfügbaren Baumaterialien zog die Bauverwaltung vor allem ab dem letzten Drittel des 18. Jh. verstreut liegende, größere Feldsteine oder Granitfindlinge zum Bauen heran.²³ Ferner erhielt ein sogenannter Eisenstein eine gewisse Beachtung. (Die Bezeichnung „Eisenstein“²⁴ ist verwirrend, da dieser Begriff gleichfalls für Schlacken als Nebenprodukt der Eisenherstellung benutzt wurde.²⁵) Dieser Stein wurde oberflächennah an wenigen Orten der Mark gewonnen, so in Zehdenik und Neuhardenberg (früher Quilitz).²⁶ Er verfügte über geringfügige Eisenanteile und wurde auch „Moor-“, „Wiesen-“ oder „Sumpfeisenstein“²⁷ genannt. Im Unterschied zum Granit wurde ihm eine leichtere Verarbeitung und eine größere Witterungs- und Feuerbeständigkeit zugeschrieben.²⁸ Die Vorkommen waren jedoch so gering, dass der Eisenstein als Bruchstein unbedeutend blieb.²⁹

Ende des 18. Jh., Anfang des 19. Jh. suchte der Hofbaubeamte Becherer die Granitverarbeitung in der Kurmark aktiv zu fördern,³⁰ in dem er die Ansiedlung niedersächsischer Harthauer veranlasste. Granit sollte vor allem für Radpreller, Säulen, Gesimse, Fußböden, Vasen, Treppenstufen, Fenster- und Türgewände eingesetzt werden.³¹ Vor diesem Hintergrund ist die 1827 durch Cantian und Wimmel aufgestellte Granitschale vor dem Alten Museum³² als Dokumentation und Demonstration der zeitgenössischen Bearbeitungsfähigkeiten anzusehen. Der Anteil der überwiegend aus schlesischem Granit hergestellten Werksteine gewann in der Mitte des 19. Jh. stärkeren Einfluss.

Schlacken oder Kohle, die im letzten Drittel des 18. Jh. zur Mauer- vor allem jedoch zur Gewölbeherstellung in Erwägung gezogen wurden,³³ standen in der Mark nicht zur Verfügung.

Die verfügbaren Baumaterialien waren in Menge und Qualität sehr begrenzt. Um dem eklatanten Baustoffmangel entgegenzuwirken, wurde beispielsweise mit der Verordnung vom 3. April 1794 die Einfuhr von Baumaterialien zum Wiederaufbau von Gebäuden vom Zoll freigestellt.³⁴ Bis in das 19. Jh. war in der Mark Brandenburg der Baumaterialmangel dominierend.³⁵

3.1. STEINMAUERWERKE

Bestimmend für die Steinmauerwerke waren die eingesetzten Steine, deren Formate, der Mörtel als auch die Steinanordnung. Bis in das 19. Jh. wurden die Steine unterteilt in lebendige Steine,³⁶ die natürlichen Steine, und künstliche, durch Menschen hergestellte Steine.³⁷ Dabei waren die künstlichen Steine geformt, entweder gegossenen, gestampft und anschließend auch gebrannt.³⁸ Heute werden mineralisch gebundene oder keramische Baustoffe unterschieden. Die Differenzierung in quaderförmige und unregelmäßige natürliche Steine, die heute unbedeutend ist, war im 18. und noch 19. Jh. entscheidend. Während den Werksteinen sowohl in ästhetischer als auch in konstruktiver, statischer Hinsicht die höchste Wertschätzung und Bedeutung zugeschrieben wurde, rangierten die unregelmäßigen Natursteine stets an unterster Stelle³⁹ (vgl. S. 160 ff.). Werksteinmauern wurden als ewig haltbar angesehen, während die Standzeit der Bruchsteinmauerwerke zum Teil mit 80 Jahren angegeben wurde. Vermutlich war dieser Wert einfach aus den Zehn Büchern über Architektur von Vitruv übertragen, obgleich Vitruv die Standzeit der Schalenmauerwerke damit angab.⁴⁰ Alle Mörtelarten wurden als untergeordnete Bauhilfsmittel eingestuft,⁴¹ die als verbindendes Mittel fest oder flüssig sein konnten.⁴² Vor allem die Formate und die Steinanordnung bedingen einander und wurden während des 17., 18. und 19. Jh. für die Schätzung der Standsicherheit und Stabilität der Bauteile immer wichtig (vgl. 160 ff.). Dadurch trat das Schalenmauerwerk zugunsten sich über den gesamten Querschnitt erstreckender, gleichförmiger zueinander versetzter Steinformate in den Vordergrund,⁴³ wie Laurenz Johann Daniel Succov in der Mitte des 18. Jh. beschrieb:

„Soll derowegen eine Mauer errichtet werden, welche der Festigkeit gemäß ist, so leget die Steine also bei und über einander, daß keine Fuge die andere treffe. Aus diesem Grunde ist nöthig, daß bei einer wohl verbundenen Mauer so wohl cubische als parallepipedische Steine vorhanden sind, damit man diese auf besagte Art in einander fügen könne. Es ist hieraus ferner klahr, warum man zu starken (stabile, Anm. d. V.) Mauern Quadern gebrauchet, und warum die Backsteine eine parallepipedische Figur erhalten haben.“⁴⁴

Vorzugsweise dünne und mittelstarke Ziegelmauerwerke wurden über die gesamte Breite als Verbandsmauerwerk errichtet.⁴⁵ Ab der Mitte des 18. Jh. wurden verstärkt nur noch sehr starke Mauern wie Festungsbauten, Stadtmauern und Mauerwerke größerer Gebäude aus Kostengründen als Schalenmauerwerke ausgeführt.⁴⁶ Aus dem gleichen Grund wurden Grundmauern bis in das 19. Jh. hinein als Schalenmauerwerke errichtet (vgl. S. 207 ff.). Die Entwicklung hin zu Verbandsmauerwerk verstärkte sich in der Mark Ende des 18. Jh., als sich die Herstellungskosten für die bis dahin preiswerteren Schalenmauerwerke und die vorzugsweise in Ziegel ausgeführten Verbandsmauerwerke annäherten. In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde das Schalenmauerwerk zur Ausnahme. Ziegel wurden als Mauerkern für Schalenmauerwerke nicht mehr verwendet.⁴⁷ Forderungen wie die des Berliner Kunsthistorikers

Alois Hirt an Schalenmauerwerken als antiker und daher als stabil einzustufender Konstruktion festhalten zu müssen, blieben ohne Konsequenzen.⁴⁸

3.1.1. STEINE

Die Entwicklung stabiler Mauerwerksverbände wurde durch gleichförmige Steinquader bestimmt,⁴⁹ (wofür theoretisch Werkstein, Ziegel, Lehm- und Mörtelsteinen und verbindender Mörtel eingesetzt werden konnten). Dominierend war der Ziegel, der Maßstab für alle Verbände und Gefügearrangierungen der Gewölbe und Mauern während des 18. und des 19. Jh. wurde (vgl. S. 157, 267). Die Ursachen lagen in der einfacheren, preiswerteren und vom Ort ungebundenen Ziegelherstellung im Vergleich zum Werkstein.⁵⁰ In der Mark waren die Voraussetzungen für die Ziegelherstellung während des 18. Jh. zwar nicht sonderlich günstig,⁵¹ dennoch waren Ziegel wesentlich preiswerter als Werksteine oder lagerhafte Natursteine. Ziegel wurden den festen Steinen, den Werksteinen während des 18. Jh. zunehmend gleichgestellt, sogar besser bewertet.⁵² Mit Ziegeln ließen sich Wände und Gewölbe aller Gebäude,⁵³ Brücken⁵⁴ und Wasserbauwerke⁵⁵ standsicher und stabil herstellen. Um der wachsenden Bedeutung der Ziegel Einheit zu bieten, wurde gelegentlich die Vorbildfunktion der „Baukunst der Alten“⁵⁶ angeführt, wonach Ziegel, (dem Kenntnisstand des 18. Jh. entsprechend,) in der Antike als untergeordneter Baustoff dargestellt wurde. Die Argumentationsweise war genauso aufgebaut, wie die Vorbehalte gegenüber dem Wandel von Schalen- zu Verbandsmauerwerk begründet worden waren.

Der Ziegel wurde für Mauern und Gewölbe während des 18. und 19. Jh. der wichtigste Baustoff,⁵⁷ der nicht zuletzt wegen der regelmäßigen Steinformate,⁵⁸ auch wegen der günstigeren physikalischen Eigenschaften den Werksteinen vorgezogen wurde.⁵⁹ Der Ziegel stieg in der ersten Hälfte des 19. Jh. für diese Bauteile zum bedeutendsten konstruktiven Baustoff auf.⁶⁰ Dennoch war der Ziegel bis in das 19. Jh. hinein teuer.⁶¹ Erst durch die beginnende Massenproduktion in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde er erschwinglicher.⁶² Um die Ziegel durch preiswerte quaderförmige Steine zu ersetzen, wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in vielen europäischen Ländern Steine aus Mörtel, Erde und Lehm hergestellt⁶³ (vgl. S. 144 ff.). Daraus entwickelten sich im Verlauf des 19. Jh. neue Steinarten, die mit ihren Formaten und Eigenschaften in Konkurrenz zu den Ziegeln treten konnten. Gleichzeitig verloren die natürlichen Steine ihre bis dahin wichtige konstruktive Bedeutung. Unregelmäßige natürliche Steine wurden Ende des 18. Jh. gezielt als preiswerter Ersatzbaustoff für Ziegel bei untergeordneten oder volumenreichen Bauwerken verarbeitet. Werksteine wurden bis auf wenige Ausnahmen gestalterisch als Bekleidungen eingesetzt (vgl. S. 135).

ZIEGEL

Ziegel sind geformte Steine aus einem Lehm-, Ton- oder Sand-Gemisch, die getrocknet und anschließend gebrannt werden. Ab dem 17. Jh. gab es verschiedene Bezeichnungen für den Ziegel wie „Backstein“, „Brandstein“, „Backenstein“, „Barnstein“, „Bren(n)stein“, „Mauerstein“ und „Ziegelstein“⁶⁴. Maßgeblich für den Gebrauch der Ziegel ab dem Ende des 17. Jh. waren die dem einzelnen Stein zugeschriebenen Eigenschaften und, verstärkt ab der Mitte des 18. Jh., das Format.

Die Ziegelqualität wurde wie die übrigen Mauersteine im Wesentlichen nach Witterungsbeständigkeit und Festigkeit beurteilt. Bis in das 19. Jh. galten in dieser Hinsicht die holländischen Ziegel als besonders hochwertig,⁶⁵ so dass sie zum Maßstab für heimische Ziegelqualitäten wurden.

In der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde in Verbindung mit der Gewölbeherstellung ein geringeres Steingewicht als Eigenschaft wichtiger (vgl. S. 277). Ab 1800 fanden dämmende Eigenschaften stärkere Beachtung⁶⁶ (vgl. 139).

Die heute gebräuchliche Unterteilung der Ziegel in Mauerziegel, Vormauerziegel und Klinker bestand während des 18. und frühen 19. Jh. nicht. Stattdessen wurden die Ziegelqualitäten differenziert nach Kladsteinen, normalen Ziegeln und Klinkern. Die Klassifizierung erfolgte durch die Ziegeleien, welche die Steine dann zu unterschiedlichen Preisen anboten. Form, Brand und Lage im Ofen wurden als Kriterien mit herangezogen. Eine weitergehende Unterscheidung, wie sie in den Niederlanden nach oberer und unterer Lage im Ofen bestehen soll,⁶⁷ war in der Mark Brandenburg nicht bekannt.

Kladsteine waren minderwertige Ziegel, die entweder einen sehr hohen Sandanteil aufwiesen oder schlecht gebrannt waren. Sie waren in jedem Brand vorhanden⁶⁸ und wurden vorrangig im Bauteilinneren verarbeitet.⁶⁹ Neben den durchschnittlichen Mauerziegeln wurden hochwertig eingestufte Ziegel als Klinker bezeichnet. Der historische Klinker ist mit der heutigen Bezeichnung eines gebrannten keramischen Baustoffes (mit einer Brenntemperatur zwischen 1150 bis 1300 °C) jedoch nicht gleichzusetzen. Die im 18. und frühen 19. Jh. als „Klinker“ oder „Mundziegel“⁷⁰ bewerteten Ziegel unterlagen keinem einheitlichen Standard: Sie waren entweder besonders stark oder doppelt gebrannt,⁷¹ wurden als feuerbeständig angenommen,⁷² wurden aus Holland importiert,⁷³ waren kleinformatig⁷⁴ oder konnten auch nur glasiert sein.⁷⁵ Die Bezeichnung „Mundziegel“ bezog sich auf die Lage der Ziegel in der Nähe von Ofenöffnungen, den Mundlöchern, wodurch sie einem stärkeren Brand ausgesetzt waren.⁷⁶

Besondere den Klinkern zugeordnete Ziegelformate wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. angegeben mit:

- achtdreiviertel Zoll (ca. 22,9 cm) Länge, viereinviertel (ca. 11,1 cm) Zoll Breite und zweieinviertel Zoll⁷⁷ (ca. 6,0 cm) Höhe.

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde ein Klinkerformat angegeben mit:

- neun Zoll (ca. 23,4 cm) Länge, vier Zoll (ca. 10,4 cm) Breite und eineinhalb⁷⁸ Zoll (ca. 3,9 cm) Höhe.

Dem folgte in der Mitte des 19. Jh. ein drittes Format mit:

- neun Zoll (ca. 23,4 cm) Länge, viereinhalb Zoll (ca. 11,7 cm) Breite und zweieinviertel⁷⁹ Zoll (ca. 6,0 cm) Höhe.

Die Klinker wurden während der zweiten Hälfte des 18. Jh. als dauerhafter und preiswerter Sandsteinersatz beurteilt⁸⁰ und besonders empfohlen für alle Arten von Pflastern sowie für Wasser-, Brunnen- und Grundbauten.⁸¹

Feuerfeste Ziegel waren während des 18. Jh. trotz des großen Bedarfs selten. Der in der Mark hergestellte Rathenower Ziegel galt während des 18. Jh. weitgehend als der einzige Ziegel, der mit „feuerbeständig“ eingestuft wurde und daher eine kostspielige Ausnahme darstellte.⁸² Auf der Suche nach einem Stein, der bei Feuer weder schmolz noch zerfiel, wurden in den 20er Jahren des 19. Jh. Versuche aus England bekannt, bei denen Feuerbeständigkeit durch Silikat- und Quarzgemische erzielt wurde.⁸³ In Berlin unternahm die Firma Albrecht ähnliche Versuche.⁸⁴ Hergestellt wurden solche feuerbeständigen Ziegel aus roher Porzellanerde,⁸⁵ aus reinem Ton, der mit Kaolin bezeichnet wird, und aus dem Mehl gemahlener Porzellanerdescherben.⁸⁶ Die neuen Steine, sogenannte „Chamotté Steine“⁸⁷, wurden in gebräuchlichen Ziegelformaten produziert.⁸⁸ In der Kurmark und in Westpreußen standen Schamottsteine ab 1836 in größerem Umfang durch die beginnende Produktion der Kalk- und Ziegelbrennerei Didiers in Podejuch bei Stettin zur Verfügung.⁸⁹ Feuerbeständige Ziegel wurden in der Mitte des 19. Jh. um ein Vielfaches über dem Preis gewöhnlicher Ziegel (und erst recht der preiswerten Lehmsteine) angeboten.⁹⁰

Eine Besonderheit innerhalb der Produktion feuerfester Ziegel war die sogenannte „Berliner Steinmasse“⁹¹, die der „Thongeschirr-Fabrikation“⁹² zugeordnet wurde. Die Berliner Terrakotta wurde aus einer Mischung gemahlener Schamottscherben, Kieselerde und eisenoxydhaltiger Tone hergestellt.⁹³ Die mechanisch gemischte Masse wurde in Formen gegossen bzw. eingebracht, sorgfältig getrocknet und zu höchst kunstvollen Reliefs und Formsteinen gebrannt. Die Berliner Masse galt als witterungsbeständig und teilweise vollständig feuerfest,⁹⁴ wenngleich diese Annahmen als zu euphorisch bewertet werden müssen. Die Produktion hochwertiger Formsteine bzw. Terrakotten fand Ende des 18. Jh. zuerst für Öfen verstärkte Beachtung;⁹⁵ ähnliche Aktivitäten wurden beispielsweise 1796 in Weimar unternommen.⁹⁶ Anfang des 19. Jh. avancierte Berlin zu einem wichtigen Produktionsstandort für Terrakotta.⁹⁷

Leichtziegel

Antike und neuzeitliche Architekturschriftsteller, allen voran Vitruv und Plinius, verwiesen immer wieder auf leichte Ziegel bzw. Steine mit besonders wasser- und witterungsbeständigen Eigenschaften. Beschrieben wurden Steine, die bisweilen einem Bimsstein entsprachen, kein zerstörerisches Salz enthielten oder auf dem Wasser schwimmen könnten.⁹⁸ Mit Bewunderung wurde im 16. Jh. über die Verwendung leichter Ziegel aus Spanien und Frankreich zur Herstellung von Mauern und Gewölben berichtet.⁹⁹ In der bis in das 18. Jh. bestehenden Ehrfurcht und Bewunderung wurde die ebenfalls beschriebene geringe Festigkeit der Leichtziegel übersehen.¹⁰⁰ Umschrieben wurden solche Leichtziegel als „poröser Backstein“, „Kohlenziegel“, „Schwammstein“¹⁰¹ oder „schwimmender Backstein“¹⁰².

Das Interesse an Leicht- oder Hohlziegeln wuchs mit der Erkenntnis während des 18. Jh., dass durch leichtere Gewölbe der Seitendruck reduziert werden kann¹⁰³ (vgl. S. 277). Bimsstein als leichter Gewölbestein wurde beispielsweise Anfang des 19. Jh. gezielt zur Wölbung auf englischen Kriegsschiffen eingesetzt.¹⁰⁴ Ein wichtiger, europaweiter Auftakt für die Leichtsteinherstellung war 1791 die Produktion des Italieners Fabroni bei Santa Fiora in der Nähe von Siena,¹⁰⁵ der schwimmende Leichtziegel vermutlich aus vulkanischen Aschen herstellte.¹⁰⁶

In der Mark experimentierte der Ober-Hof-Baurat Becherer mit Leichtziegeln.¹⁰⁷ 1793 stellte er schwimmende Ziegel aus dem Abraum einer nicht näher beschriebenen, zerstörten märkischen Burganlage her.¹⁰⁸ Einen weiteren Ansporn stellten 1796 in Großbritannien durchgeführte Versuche mit Steinkohlenasche dar.¹⁰⁹ Bereits im 17. Jh. angeführte Rezepturen für Leichtziegel wurden in der zweiten Hälfte des 18. und zu Beginn des 19. Jh. neu erfunden und insbesondere für Gewölbeziegel, aber auch für eine höhere Witterungsbeständigkeit gezielt entwickelt.¹¹⁰ Der Tonrohmasse wurden Aschen oder brennbare Zuschläge wie Sägespäne,¹¹¹ klare Spreu,¹¹² Stroh,¹¹³ Torfgrus (gekörnter Torf),¹¹⁴ gesiebtes Holz¹¹⁵ oder Kohle¹¹⁶ zugesetzt. Die Zuschläge verbrannten und hinterließen kleine Hohlräume. Der höhere Porenanteil wurde als Garant für ein stärkeres Durchbrennen und damit als Qualitätsverbesserung der Ziegel angesehen.¹¹⁷ Die entstehende raue Steinoberfläche wurde wegen einer verbesserten Mörtelhaftung gerade für die Gewölbeherstellung geschätzt.¹¹⁸

In Verbindung mit Großbauten in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. erreichten Leichtziegelgewölbe größere Bekanntheit. Beispielsweise wurden Gewölbe der Friedrichswerderschen Kirche (1824/29) und die Rotunde im Alten Museum in Berlin (1823/29)¹¹⁹ aber auch weit ab Gewölbe im Schloss Camenz in Schlesien (ab 1838)¹²⁰ aus Leichtziegeln hergestellt. Die Ziegel wurden aus einem Tongemisch gefertigt, dem zerkleinerte Braunkohle zugesetzt war. Die Leichtziegel konnten wie bei der Friedrichswerderschen Kirche ein gesondertes Steinformat erhalten (10 Zoll (ca. 26,1 cm) Länge, 4 7/8 Zoll (ca. 12,7 cm) Breite und 2 ½ Zoll¹²¹ (ca. 6,5 cm) Höhe).

Einen weiteren Versuch zur Leichtziegelherstellung unternahm 1837 C.F. von Ehrenberg, Herausgeber der „Zeitschrift über das gesammte Bauwesen“. Er entdeckte im Berliner Tiergarten eine sogenannte „Infusorienerde“¹²². Die Angaben zu dieser Erde sind nicht eindeutig: Einerseits wurde eine kalkhaltige Erde beschrieben, die angeblich aus lebendigen Schalentierchen bestand,¹²³ andererseits wurde von einer kieselhaltigen Erde berichtet, die auch als Bergmehl bezeichnet wurde¹²⁴ und außerdem der Herstellung von Kochgeräten und Pfeifenköpfen diente.¹²⁵ Die von Ehrenberg entdeckte Erde wurde mit Ton gemischt und sollte durch einen starken Brand einen sehr harten, leichten Stein ergeben.¹²⁶ Im Zuge der Errichtung des Neuen Museums in Berlin (1841-1855) veranlassten F.A. Stüler und C.W. Hoffmann, dass Steine aus dieser „Infusorienerde“¹²⁷ durch verschiedene Probebrände mit zugesetzter zerkleinerter Braunkohle hergestellt wurden. Dieser Leichtziegel fand ansonsten keine weitere Beachtung.¹²⁸

Qualitätskritieren

Damit die Ziegelqualität unabhängig von der Sortierung der einzelnen Ziegelei beurteilt werden konnte, wurden Beurteilungskriterien entwickelt. Einige dieser spätestens im 16. Jh. beachteten positiven Kriterien waren:

- ein heller Klang der Ziegel¹²⁹ und
- eine rötliche Ziegelfarbe, die hellrot,¹³⁰ rötlich-gelb¹³¹ oder besser ganz ziegelrot sein sollte.¹³²

Lederbraunfarbige Ziegel wurden vereinzelt als besonders feuer- oder wasserbeständig angenommen.¹³³

Auch wenn Klang und Farbe als Kriterien weiterhin angeführt wurden, verloren sie Ende des 18. Jh. zugunsten wissenschaftlich bestimmter Beurteilungskriterien an Bedeutung.¹³⁴ Da sie vereinzelt aus langwierigen Versuchsanordnungen abgeleitet wurden, ist zu bezweifeln, dass bis auf Ausnahmen eine Qualitätsbeurteilung tatsächlich durchgeführt wurde. Kriterien waren:

1. Der zu prüfende Stein wurde für einige Zeit der Witterung und dem Frost ausgesetzt. Die Qualität richtete sich danach, wie der Ziegel die Probezeit überstand.¹³⁵
2. Ein erhitzter Ziegel wurde mit Wasser bespritzt. blieb der Ziegel rissfrei und zersprang nicht, dann war er von guter Qualität. Teilweise war dieser Versuch nur auf die Ziegel zu beziehen, die feuerfest sein sollten.¹³⁶ Das Abschrecken der frisch gebrannten Ziegel durch kaltes Wasser wurde gelegentlich als eine Qualität verbessernde Bearbeitung ge-
deutet.¹³⁷
3. Die Ziegel wurden zur Überprüfung der Festigkeit Belastungsversuchen unterzogen.¹³⁸
4. Schnell durchzuführen war hingegen der Bruchversuch, bei dem die Bruchkante des Probesteins gerade sein, nicht in kleine Stücke zerfallen und nicht glänzen sollte. Darüber hinaus sollte der Ziegel frei von kleinen Kieseln sein.¹³⁹
5. Ebenfalls zur Qualitätsbestimmung herangezogen wurde das Tauchen des Probeziegels in Wasser.¹⁴⁰ Der Stein durfte im Wasser nicht erweichen,¹⁴¹ und es wurde als vorteilhaft bewertet, wenn sich Farbe und Gewicht nicht veränderten. In den 80er Jahren des 18. Jh. wich man davon ab, und die Qualität wurde höher eingestuft, wenn der Ziegel in gerin-

gen Mengen Wasser aufnehmen konnte und die Oberfläche zur besseren Mörtelhaftung porös bzw. rau war.¹⁴²

6. Man nahm an, dass mit Zunahme des spezifischen Ziegelgewichts der Brand und die Ziegelgüte schlechter wurden.¹⁴³
7. Als vermeintlicher Indikator einer guten Ziegelqualität wurde eine Glasur angesehen, weshalb solche Ziegel auch als Klinker oder Eisenstein bezeichnet wurden. Während der zweiten Hälfte des 18. Jh. schied eine Glasur als Kriterium für Ziegelgüte aus, da vorzugsweise geringwertige Ziegel glasiert wurden.¹⁴⁴

Diese Qualitätskriterien blieben bis in zweite Hälfte des 19. Jh. bestimmend und wurden erst durch die Einführung vereinheitlichter Prüfverfahren abgelöst.

Die Tatsache, dass ein Großteil der staatlichen und privaten Gebäude in Brandenburg während des 18. und frühen 19. Jh. durch sogenannte Entrepreneurs oder Spekulanten errichtet wurde, hatte zur Folge, dass sie mit Hilfe der preiswertesten Baustoffe und daher in einer äußerst schlechten Qualität ausgeführt wurden. Um Mindestanforderungen durchzusetzen und eine allgemeine Standsicherheit zu gewährleisten, suchten die Mitglieder des Ober-Bau-Departments im letzten Drittel des 18. Jh. eine verbindliche Normierung der Ziegelqualitäten einzuführen. Als Orientierung dienten 1796 die Qualitätsstandards der wichtigsten märkischen Ziegeleien, um damit ausreichend stabile Mauerbreiten festzulegen.

Ausgehend von der untersten Ziegelgüte, den in Werder hergestellten Ziegeln, wurden regelhafte Mindestabmessungen für Mauern und andere Bauteile vorgegeben.¹⁴⁵ Eine Unterschreitung dieser Mindestquerschnitte war bei Verwendung höherwertiger Ziegel erlaubt. Das Ober-Bau-Departement stufte die Ziegelqualitäten der wichtigsten Ziegeleien wie folgt ein:

- zu den hochwertigen Ziegeln gehörten die „Brandenburger Ziegel“¹⁴⁶ bzw. die „Rathenower Steine“¹⁴⁷;
- ihnen folgten die Lehniner Ziegel, möglicherweise auch die Steine aus Bes(e)kau (heute Beeskow). Die Beeskower Steine hatten eine blassrote Farbe. Sie wurden ausschließlich für die Mauerwerkerrichtung verwendet. In Berlin, wohin sie auf dem Schiffsweg gelangten, waren sie zumindest um 1800 die gebräuchlichsten Ziegel.¹⁴⁸
- Es folgten die Ziegel aus Werder und Ferch, die nahezu identisch minderwertig bewertet wurden, und die nur unwesentlich besser eingestuften Petzower Ziegel.¹⁴⁹ Alle drei Ziegelsorten hatten eine weißliche Farbe und waren nicht witterungsbeständig. Sie wurden gleichermaßen als Bausteine für Innenwände, leichte Gewölbe und nicht der Witterung ausgesetzter Bauteile vorgeschlagen.¹⁵⁰

Eine Besonderheit stellte der als sehr hochwertig eingestufte grünbläuliche Ziegel dar, der in der Nähe von Potsdam gebrannt und als glasierter Klinker bezeichnet wurde.¹⁵¹

Weitere Möglichkeiten einer differenzierteren Beurteilung der Qualitätsstandards standen Ende des 18. Jh. noch nicht zur Verfügung.

Nicht genauer abgegrenzte Erfahrungen mit Ziegeln verschiedener Ziegeleien waren Grundlage für eine Ziegelklassifizierung in drei Qualitätsstufen, die sich in der ersten Hälfte des 19. Jh. in der Mark durchsetzte.¹⁵²

Motiv zur Einführung dieser Klassifizierung war die rechtliche Festschreibung von Mindestqualitäten einzelner Bauteile, deren Missachtung geahndet werden konnte. Es wurde folgendermaßen unterschieden:

- „Ziegelsteine mit besonders guter Qualität“ waren zur Herstellung von Sichtmauerwerk, Sockeln, Gesimsen und anderen Verdachungen¹⁵³ sowie von allen der Feuchtigkeit ausgesetzten Bauteilen bestimmt.¹⁵⁴
- „Ziegelsteine mit einer mittulguten Qualität“ waren in Verbindung mit Kalkmörtel für Wölbungen zugelassen.¹⁵⁵ Die mittulguten Ziegel wurden für verputzte Außenmauern, Gurtbögen, Gewölbe und Feuerungsanlagen genutzt.¹⁵⁶
- „Ziegelsteine mit einer minder guten Qualität“¹⁵⁷, schwach gebrannte Ziegel, wurden für Innenwände verwendet. Sie waren von der Verwaltung für Tür- oder Fensterwölbungen nicht zugelassen.

Es ist für die erste Hälfte des 19. Jh. ein Zusammenhang anzunehmen zwischen der Ziegelklassifizierung und der Ziegelmarkierung durch die einzelnen Ziegeleien.

In der Absicht, die märkische Ziegelherstellung zu verbessern, wurden Aufbereitung und Brand besonders der holländischen Ziegel ab der Mitte des 18. Jh. genauer untersucht.

Während des 18. Jh. wurden für den Ziegelbrand die jeweilige Ofenkonstruktion, die Brenndauer und die Brenntemperatur als entscheidend angesehen.¹⁵⁸ Bis Ende des 18. Jh. wurde in der Kurmark der Einfluss der eingesetzten Rohstoffe, ihrer Mischungsverhältnisse und ihrer Aufbereitung auf die Ziegelqualität zwar zur Kenntnis genommen, jedoch nahm der Ziegelbrand den größten Stellenwert ein. Letzterer erhielt durch den eklatanten Brennstoffmangel während des 18. und frühen 19. Jh. zusätzliche Bedeutung, so dass die Ziegelqualität unmittelbar auf einen zu kurzen oder zu schwachen Brand zurückgeführt wurde.¹⁵⁹

In der Kurmark waren bis in das 19. Jh. Holz und Torf das bestimmende Brennmaterial. Die Bauverwaltung unterstützte Torfziegeleien, wie sie beispielsweise nach 1788 vor der Stadt Neuruppin für ihren Wiederaufbau angelegt wurden.¹⁶⁰ Steinkohle schied als zu kostspieliges und nicht verfügbares Brennmaterial zur Ziegelherstellung in der Mark aus.¹⁶¹

Durch verbesserte Ofenkonstruktionen beabsichtigte man, Brennmaterial einzusparen,¹⁶² eine gleichmäßige Ziegelqualität aller zu brennenden Steine sicherzustellen und den Brand möglichst exakt zu steuern. Erfahrungen zeigten, dass durch den Ablauf des Brandvorgangs, die Steinschichtung, die Brenndauer und sonstige Zusätze sich die Ziegelqualität beeinflussen ließ. Anfänglich dienten holländische Ziegelöfen als Anregung für eine große Zahl mehr oder weniger sinnvoller Ofenkonstruktionen während des 18. und 19. Jh.¹⁶³ Ab etwa 1740 wurden Meiler eingesetzt,¹⁶⁴ zu denen ab ca. 1760 die Einkammeröfen hinzukamen. Um 1820 wurden sogenannte Kassler Ziegel- oder Flammöfen entwickelt.¹⁶⁵ Obwohl der besonders energiesparende Ringofen bereits 1776 durch Johann Georg Möller erfunden war,¹⁶⁶ konnte er sich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jh. etablieren,¹⁶⁷ da für einen wirtschaftlichen Betrieb eine größere gleichbleibende Ziegelabnahme gewährleistet sein musste.¹⁶⁸

Die gesammelten Erfahrungen mit unterschiedlichen Ziegeln führten zu der Erkenntnis, dass ein Zusammenhang zwischen Rohstoffen, ihrer Aufbereitung und der entstehenden Ziegelqualität bestehen musste. So wurden im Verlauf der zweiten Hälfte des 18. Jh. bestimmten Rohstoffen die folgenden Wirkungen zugeordnet:

- Hohe Kalkanteile in der Rohmasse reduzieren die Witterungsbeständigkeit.¹⁶⁹ Eine einsetzende Sprengwirkung erhöht sich mit wachsender Korngröße und kann die völlige Steinzerstörung zur Folge haben.
- Fette, nicht abgemagerte Tone ergeben unbeständige Ziegel, die sich im Wasser auf- bzw. auflösen.¹⁷⁰
- Salz in der Rohmasse bewirkt, dass die fertigen Ziegel Wasser anziehen, was bei Einsatz in feuchter Umgebung die Zerstörung des Steins zur Folge hat.¹⁷¹
- Eisenoxyd in der Rohmasse wirkt festigend;¹⁷² ist der Anteil jedoch zu hoch, setzt ein vorzeitiges Steinschmelzen während des Brandes ein.¹⁷³ Nicht vollständig oxidiertes Eisen hat eine dem Salz vergleichbare, wasseranziehende Wirkung.¹⁷⁴
- Zu Beginn des 19. Jh. wurde Schwefel als eine stark zerstörerische Substanz entdeckt, so dass schwefelhaltige Tone zumindest theoretisch möglichst nicht für die Ziegelherstellung verwendet wurden.¹⁷⁵

Die Verbesserung wenig geeigneter Lehme und Tone beschränkte sich während des letzten Drittels des 18. Jh. in der Mark weitgehend auf das Abmagern durch Sandzugaben.¹⁷⁶

Um die Ziegelqualität positiv zu beeinflussen und Steine mit gleichbleibenden Qualitäten herzustellen, hatten die Niederländer und Schweden bereits in der Mitte des 18. Jh. die Vermengung der Rohmasse durch Wellen, Trommeln und Messer mechanisiert.¹⁷⁷ Die gründlichere Vermengung garantierte Ziegel mit einer höheren und gleichmäßigeren Qualität. Diese mechanischen Instrumente standen im Untersuchungsgebiet in der Regel nicht zur Verfügung. Stattdessen war bis zum Ende des 18. Jh. der Einsatz von Tieren und Menschen zur Vermengung der Rohmasse üblich, die nur eine grobe Durchmischung erlaubten.¹⁷⁸ Erst um 1800 wurden mechanische Apparaturen für eine verbesserte Aufbereitung der Rohmasse in Erwägung gezogen.¹⁷⁹

Die Erkenntnis, dass Eigenschaften gezielt einzelnen Substanzen in der Rohmasse zugeschrieben werden können, bot gleichzeitig die Möglichkeit, eindeutig definierte und gleichbleibende Ziegelqualitäten durch festgelegte Rohstoffe und Mischungsverhältnisse zu determinieren.¹⁸⁰ Damit ließen sich Ziegel mit genau umrissenen Eigenschaften für bestimmte Bauteile oder Anforderungen entwickeln.¹⁸¹ Ein repräsentatives Beispiel für dieses Vorgehen sind Versuchsreihen mit Tonmischungen verschiedener märkischer Ziegeleien, die zu dem Ergebnis eines in seinen Eigenschaften genau umrissenen Gewölbeziegels führten, der beispielsweise für die Berliner Bauschule (1831-1836) entwickelt worden war.¹⁸²

Perfektioniert wurde die Entwicklung hochwertiger Ziegelqualitäten Anfang des 19. Jh. infolge der größeren Verbreitung mechanischer Aufbereitungsmaschinen¹⁸³ und nicht zuletzt durch das Einsumpfen der Ziegelerden.¹⁸⁴ Die Aufbereitung der Erden mit diversen Sieben erlaubte es jetzt weitgehend, gewünschte und unerwünschte Bestandteile voneinander zu

trennen. Das zusätzliche Einsumpfen der Erden machte es in der ersten Hälfte des 19. Jh. möglich, fast jeden Ton für die Ziegelherstellung verarbeiten zu können.¹⁸⁵

Die aufbereitete Rohmasse wurde bis in das frühe 19. Jh. in vorwiegend aus Holz gefertigte Formen gefüllt,¹⁸⁶ die Anfang des 19. Jh. allmählich durch gusseiserne Formen ersetzt wurden.¹⁸⁷ Die Modeln waren wegen des Schwindens größer als das fertige Ziegelformat.¹⁸⁸ Sie wurden vor dem Einfüllen der Rohmasse entweder angefeuchtet oder mit Sand bestreut, so dass sich der entstehende Grünling besser aus der Form löste.¹⁸⁹ Die Grünlinge konnten mit Schablonen weiter bearbeitet werden und beispielsweise mittels Zieheisen spezielle Oberflächenstrukturen erhalten.¹⁹⁰ Darüber hinaus ließen sich die Rohlinge auch anderweitig, beispielsweise durch Schnitzen, bearbeiten.¹⁹¹

An die Stelle der manuell geformten Ziegel rückte in der ersten Hälfte des 19. Jh. eine fortschreitende Mechanisierung der Ziegelherstellung. Zunächst wurden größere Holz- oder Metallraster als Formen eingesetzt, bevor sich endgültig in der zweiten Hälfte des 19. Jh. Ziegelmaschinen zur Herstellung gepresster Grünlinge durchsetzten. Solche mechanischen Erfindungen wurden anfänglich sowohl mit Pferden als auch mit Dampfmaschinen betrieben. Die Rohmasse wurde dabei durch ein Mundstück gepresst und in regelmäßigen Einheiten in Grünlinge getrennt. Die Ziegelpressen ermöglichten eine Qualitätssteigerung und gleichmäßigere Formate und führten zudem zu einer Preissenkung.¹⁹² Sie waren Voraussetzung für eine einfache und preiswerte Produktion von Tonröhren und Hohlziegeln.

Die Angaben der Trockenzeiten sind für den Untersuchungszeitraum sehr uneinheitlich und wurden beispielsweise Ende des 17. Jh. auf einige Jahre angesetzt.¹⁹³ Um eine zeitliche Reduzierung des Trockenprozesses herbeizuführen, machte man bereits im 17. Jh. den Vorschlag, die Ziegel mit Trockenlöchern zu versehen.¹⁹⁴ Während des 18. und 19. Jh. wurden Ideen entwickelt, verstärkt die Wärmestrahlung der in Betrieb befindlichen Öfen für die Trocknung heranzuziehen.

Mit der Ziegelsortierung in den Ziegeleien und der Kategorisierung der märkischen Ziegeleien standen verschiedene Ziegelqualitäten zur Verfügung, deren erhebliche Preisdifferenzen allerdings auch dazu führten, dass die transportierenden Schiffer die Ladungen mit schlechten Ziegeln streckten.¹⁹⁵ Entsprechend den jeweiligen Anforderungen wurden Ziegel zunehmend mit den möglichst entsprechenden Eigenschaften eingesetzt. Zum Beispiel wurden nur gleichförmige, witterungsbeständige Ziegel für die Fassadenoberfläche der Gebäude im Potsdamer Holländischen Viertel verwendet, während die Ziegel der Wandinnenseite und der Innenwände einer geringeren Qualitätsstufe zuzuordnen sind. Ähnlich erfolgte der Fassadenaufbau eines nur noch in Resten erhaltenen Gebäudes in der Posthofstraße 4, in Potsdam (1828). Sämtliche die äußere Oberfläche der Putzfassade bestimmende Ziegel sind grauschwarz, während die inneren Ziegel weiß-gräulich sind. Es war üblich, außen formhal-

tige festere Ziegel zu verarbeiten, während im Mauerinneren schlechtere oder gebrochene Steine verwendet wurden.¹⁹⁶

Die durchschnittlich in der Mark verfügbaren Qualitäten gebrannter, erstverwendeter Ziegel waren während des 18. Jh. bis auf wenige Ausnahmen von geringer Festigkeit und nicht witterungsbeständig.¹⁹⁷ Notwendigerweise mussten Ziegelmauerwerke durch Putze, Firnisse oder Ölfarben gegen Niederschlag geschützt werden¹⁹⁸. Witterungsbeständige, gleichförmige Ziegel waren während des gesamten 18. Jh. eine kostspielige Ausnahme. Vor diesem Hintergrund sind die Häuser des Holländischen Viertels in Potsdam und andere, ziegelsichtige Gebäude eine Besonderheit (vgl. S. 131). Die Absicht, das Neue Palais in Potsdam-Sanssouci (1763/69) äußerlich mit witterungsbeständigen Ziegeln zu bestücken, scheiterte dagegen. Nachdem der südliche Annex im Vorlauf für den weiteren Schlossbau ziegelsichtig in einem Kreuzverband aufgeführt worden war, wurde aus finanziellen Gründen eine Fugenmalerei im Kreuzverband ausgeführt.¹⁹⁹ In den 1780er Jahren wurden mit dem Marmorpalais (1787/91) und dem holländischen Etablissement im Neuen Garten (1789/90), beide in Potsdam, sowie mit der Küche auf der Pfaueninsel in Berlin (1794) (Abb. 113) weitere königliche Bauten mit witterungsbeständigen Ziegeln als Sichtmauerwerk errichtet. Infolge der verbesserten Ziegelqualitäten in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden Sichtmauerwerke mit witterungsbeständigen Ziegeln in der Mark Brandenburg auch für den Profanbau erschwinglicher. Beispiele dafür sind Wohngebäude in der Gregor-Mendel-Strasse 4 (ca. 1844) oder Weinbergstraße 9 (1845), beide Gebäude in Potsdam, oder die Wohnhäuser der Berliner Gemeinnützigen Baugesellschaft, Torstraße 85/87 (1849-52).

Verstärkt wurden hochwertige Ziegel in der zweiten Hälfte des 18. Jh. auch gestalterisch eingesetzt. Ein typisches Beispiel ist der Gebäudesockel Am neuen Markt 11 in Potsdam (1752). Höherwertige Ziegel wurden in der Regel während des gesamten Untersuchungszeitraums für die Sockelmauerwerke verwendet. Festere, rötliche Ziegel über dem Sockel des Gebäudes Spornstraße 6 in Potsdam (1773) wurden vermutlich als Sperre gegen aufsteigende Feuchtigkeit angelegt (Abb. 120). Auch das Sockelmauerwerk des Pferdestalls und sämtliche Mauerstürze der Kutschenhalle Am neuen Markt 9 in Potsdam (1787/91) wurden mit roten, festeren Ziegeln ausgeführt. Ebenso wurden für die stärker beanspruchten Gewölbebogen im Neuen Museum, Bodestraße, Berlin (1841/55), bewusst hochwertige Rathenower Ziegel verwendet.²⁰⁰

Für Berlin wird berichtet, dass dort während des letzten Drittels des 18. Jh. für alle in Spreenähe befindliche, dem Wasser ausgesetzte unterirdische Bauteile sogenannte „Klinker“²⁰¹ und wasserbeständigere Mörtel eingesetzt worden sein sollen. Da die Nachfrage nach wasserbeständigen Ziegeln Ende des 18. Jh. jedoch größer als das verfügbare Angebot war,²⁰² ist bei der Berliner Beschreibung lediglich von einem angestrebten Ziel auszugehen.

In der Mitte des 19. Jh. war der gezielte Einsatz hochwertiger Ziegel durch das verbesserte Angebot leichter umzusetzen.

Eine nach Materialeigenschaften differenzierte Verwendung der Ziegel nahm während des gesamten Untersuchungszeitraums in dem Umfang zu, in dem Ziegel mit bestimmten Eigenschaften, beispielsweise besondere Feuer- oder Witterungsbeständigkeit, von den Ziegeleien angeboten wurden.

Formate

Das Angebot an Ziegelformaten war während des 17. und 18. Jh. sehr uneinheitlich.²⁰³ Für die Mark war eine Ursache der Stückverkauf durch die Ziegeleien: Um den Gewinn zu erhöhen, wurden die Ziegel in kleineren Formaten angeboten. Lediglich die Rathenower Ziegel wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in einem konstanten Format abgegeben.²⁰⁴ Jede Ziegelei stellte ansonsten ihr eigenes Format her, das teilweise radikalen Veränderungen unterworfen war.

In Anlehnung an ein bereits im 15. Jh. vornehmlich auf Werksteinquader bezogenes Idealformat²⁰⁵ (vgl. S. 160 ff.) bestand während des 18. Jh. eine Steinproportion mit einer Breite, die der halben Länge entsprach, als Idealformat aller Mauersteine.²⁰⁶ Als das günstigste Ziegelformat wurde das Verhältnis zwischen Länge, Breite und Höhe in etwa mit 4 : 2 : 1 angegeben.²⁰⁷ Häufigere Maßangaben, mit Einhaltung der Verhältnisangaben, sahen daher während der zweiten Hälfte des 18. Jh. eine Länge mit ein Fuß (ca. 31,4 cm), eine Breite mit halben Fuß (ca. 15,7 cm) und eine Höhe mit viertel Fuß (ca. 7,9 cm) vor.²⁰⁸

Mit der wachsenden Bedeutung stabiler Mauerwerke wuchs auch der Stellenwert der Ziegelformate während des 18. Jh. Die festigende Einbindung der Steine in den Verband wurde wesentlich durch das Format sichergestellt (vgl. S. 105). Daher entwickelte sich neben dem bereits erwähnten Idealformat ein auf die Mauerverbände ausgerichteten Format. Bestimmt wurde dieses ebenfalls durch das Verhältnis zwischen Länge und Breite. Die Steinlänge definierte sich aus zwei Steinbreiten und einer Fugenbreite von einem viertel bis einem halben Zoll²⁰⁹ (ca. 0,65 bis 1,31 cm). Solche Steinformate waren in der ersten Hälfte des 18. Jh. bereits vollständig etabliert²¹⁰ und wurden gelegentlich als „Vorschußziegel“²¹¹ bezeichnet. Eine konsequente Unterteilung der Formate ist jedoch nicht anzunehmen, da beispielsweise die verwendeten Formate für Gebäude des holländischen Viertels in Potsdam mit Längen zwischen 25,0 und 26,5 cm und Breiten zwischen 12,0 und 13,0 cm sich nicht zuordnen lassen. Dennoch vollzog sich eine Unterteilung, so dass beispielsweise in den 70er und 80er Jahren des 18. Jh. in den Residenzstädten Berlin und Potsdam zwei Ziegelformate anerkannt und verbreitet waren. Zum einen existierte der „gewöhnliche Ziegel“²¹², der mit neun Zoll Länge (ca. 23,4 cm), viereinhalb Zoll Breite (ca. 11,7 cm) und zweieinhalb Zoll Höhe (ca. 6,5 cm) definiert war. Da das Verhältnis von Länge zu Breite bei den gewöhnlichen Ziegeln

2 : 1 betrug, entsprach dieser Ziegel damit dem Idealformat. Zum anderen bestand ein zweites Ziegelformat, das sogenannte „Rathenower Format“ bzw. „großes Format“²¹³, welches mit zwischen zehn und zehneinhalb Zoll Länge (ca. 26, 2 bis 27,5 cm), fünf Zoll Breite (ca. 13,1 cm) und zweidreiviertel bis drei Zoll Höhe²¹⁴ (ca. 7,2 bis 7,8 cm) angegeben wurde. Die Maßangaben beschreiben sowohl ein ideales als auch ein für den Mauerverband besser geeignetes Format. Für das gesamte 18. Jh. stand damit mehr oder weniger konstant ein besonders für stabile Mauerverbände geeignetes Ziegelformat zur Verfügung.

In der Absicht, alle Steinformate zu vereinheitlichen, schrieb das Ober-Bau-Departement Ziegelformate vor. Hintergrund dieser Absicht war die Erfahrung, dass bei größeren Bauvorhaben mit mehreren Ziegeleien als Lieferanten eine Vielzahl unterschiedlicher, für einen geordneten und stabilen Verband nicht geeignete Steinformate geliefert wurden.²¹⁵ Zum Beispiel konnten in einer freigesetzten Fensterleibung eines Erdgeschossfensters in der westlichen Außenwand des Neuen Palais vier unterschiedliche Formate festgestellt werden, die in ihrer Größe teilweise eine Abweichung von bis zu fünfzig Prozent aufweisen. Dem Ober-Bau-Departement gelang es im Jahre 1793, eine Verordnung anzukündigen, die mit dem 1. Januar 1794 für die Mark und das Herzogtum Magdeburg neue, verbindliche Ziegelformate vorschrieb.²¹⁶ Festgelegt wurde ein

- „großes Format“ mit einer Länge von elfeinhalb Zoll (ca. 30,1 cm), einer Breite von fünfeinhalb Zoll (ca. 14,4 cm) und einer Höhe von zweieinhalb Zoll²¹⁷ (ca. 6,5 cm), sowie ein
- „kleines Format“ mit einer Länge von neuneinhalb Zoll (ca. 24,8 cm), einer Breite von viereinhalb Zoll (ca. 11,8 cm) und einer Höhe von zweieinachtel Zoll²¹⁸ (ca. 5,6 cm).

Beide Formate entsprechen nicht mehr dem Idealformat, sondern sind in den Steinlängen auf ein geordnetes Verbandsmauerwerk ausgerichtet, bei dem die Fugenbreite mit einem halben Zoll beachtet wurde. Nach Einführung beider Formate zeigte sich, dass sie als „Riegelsteine“²¹⁹ für die Reparatur und Ausfachung von Fachwerkgebäuden mit den genormten Bauholzbreiten nicht kompatibel waren.²²⁰ Durch das Publikandum vom 16. Juni 1798²²¹ wurde ein „mittleres Steinformat“ mit einer Länge von 10 Zoll (ca. 26,1 cm), einer Breite von vierdreiviertel Zoll²²² bzw. vierfünftel Zoll (ca. 12,4 bzw. 12,8 cm) und einer Höhe von zweieinhalb Zoll (ca. 6,5 cm)²²³ eingeführt, dessen Verkauf jedoch erst ab dem 1. Dezember 1799²²⁴ erlaubt wurde. Nach Einführung des mittleren Steinformats verlor das kleine Format an Bedeutung und wurde nur noch auf Nachfrage produziert.²²⁵

Parallel zur Einführung einheitlicher Ziegelformate wurden massive Strafandrohungen ausgesprochen, die sich gegen die Praxis der Ziegeleibetreiber richtete, Steingrößen kontinuierlich zu reduzieren.²²⁶ Die Bestrafung wurde ab dem 1. Dezember 1799 auch auf den Verbrauch und den Verkauf abweichender Formate ausgeweitet.²²⁷ Weitere Strafandrohungen erfolgten am 8. September 1812.²²⁸ Nach 1812 sind keine weiteren Klagen bekannt, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Formate weitgehend eingehalten wurden.

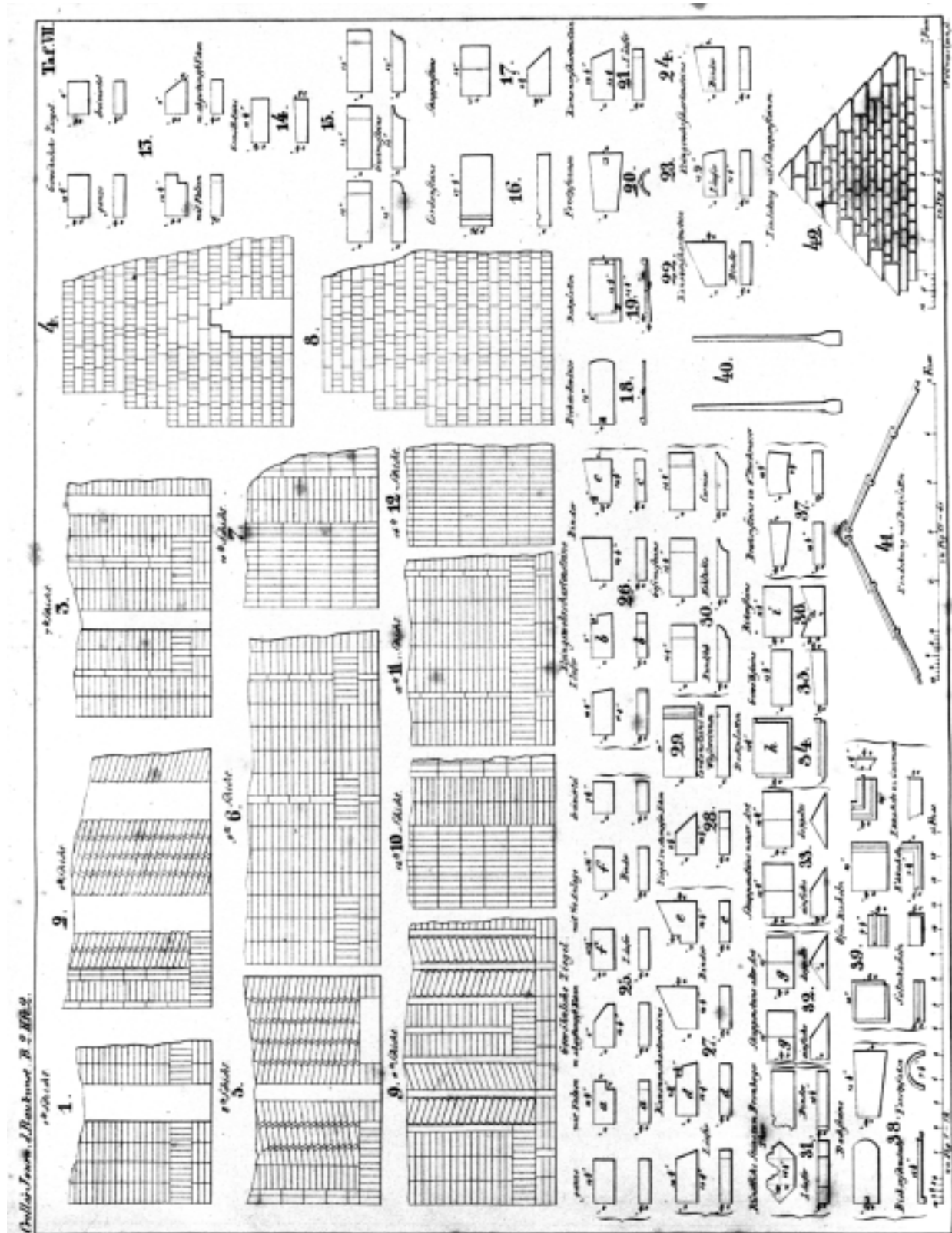


Abb.19 Rauch 1830. Tafel VII. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden Ziegelformate bestimmend, die auf ein Verbandsmauerwerk ausgerichtet waren. Gleichzeitig wuchs die Vielfalt der Ziegelformate für besondere bauliche und gestalterische Lösungen.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

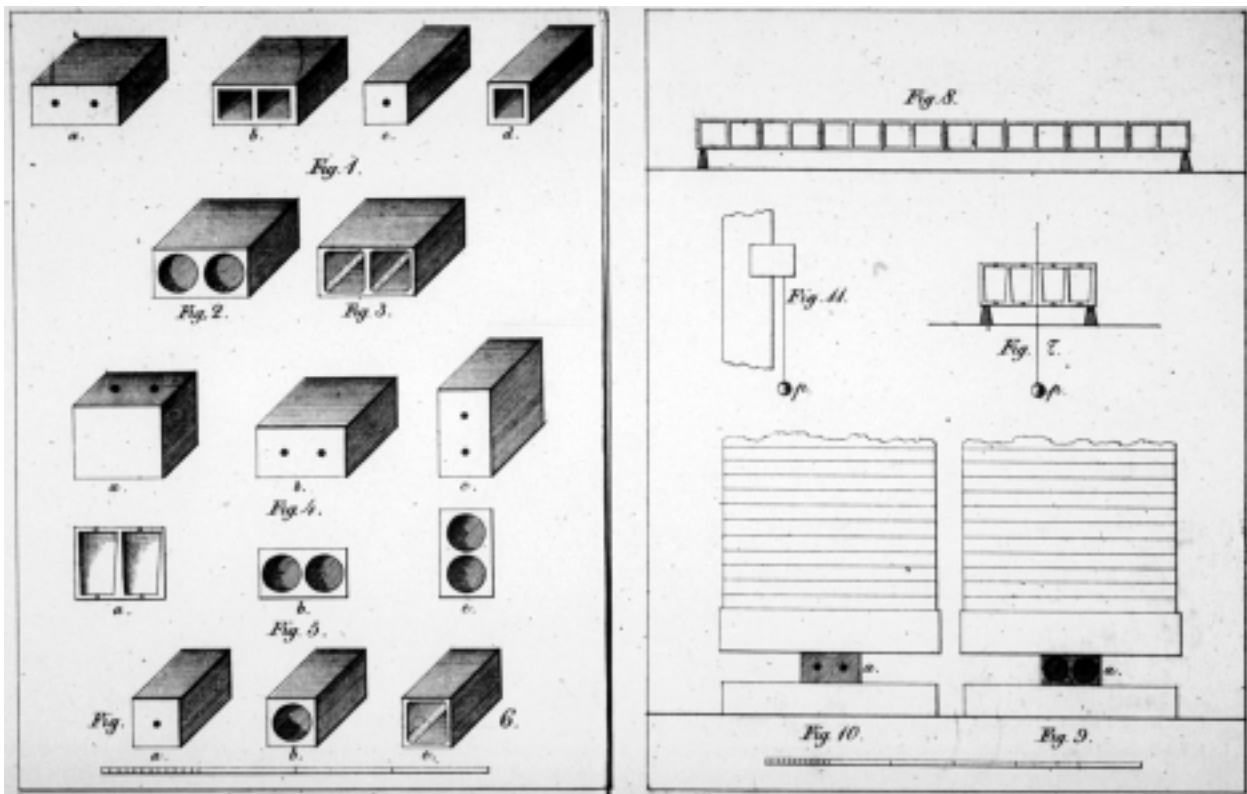


Abb.20 Packh 1831. Der Vorteil der Hohlziegel wurde in einem geringeren Material- und Brennstoffbedarf gesehen. Zudem waren Transport und Verarbeitung durch das geringere Gewicht einfacher und preiswerter.

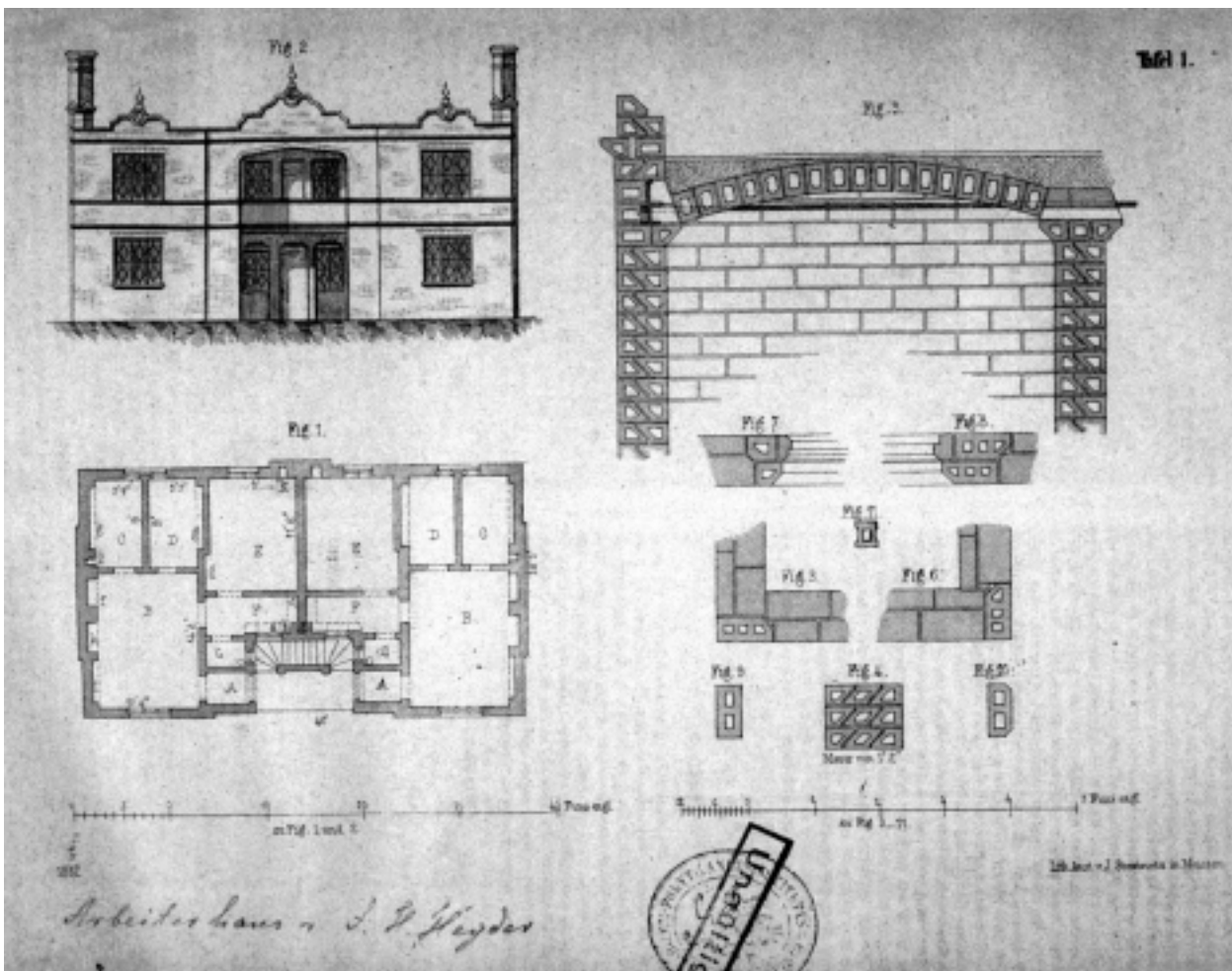


Abb.21 Heyder 1852. Tafel 1. Hohlziegel als preiswerte und vielseitig einsetzbare Steine erfuhren durch das von dem Architekten Henry Roberts entworfene Vierfamilienhaus auf der Londoner Weltindustrierausstellung von 1851 größere Beachtung.

In der ersten Hälfte des 19. Jh. gab es in Preußen den Versuch, Steinformate neu festzuschreiben, was sich jedoch nicht durchsetzen ließ.²²⁹ Die märkischen Ziegelformate behielten bis zur Einführung des „Normalformats“, des späteren „Reichsformats“²³⁰, durch den Zirkularerlass des Preußischen Handelsministeriums vom 13. Oktober 1870 ihre Gültigkeit. Das Reichsformat hatte die Abmessungen 25 cm zu 12 cm zu 6,5 cm und war bis in die 40er Jahre des 20. Jh. bestimmend.²³¹ Die normierten märkischen Ziegelformate von 1794 und 1799 fanden in anderen deutschen Ländern während der ersten Jahrzehnte des 19. Jh. allgemeine Anerkennung. Die Übertragung wurde als beispielhaft angesehen.²³²

Keilförmige Ziegel wurden während des 18. Jh. überwiegend in Verbindung mit Brunnen- und Kesselanlagen angeführt²³³, weshalb sie möglichst feuer- und wasserbeständig sein sollten.²³⁴ Das Format orientierte sich an den quaderförmigen, üblichen Ziegelformaten²³⁵ und bezog sich auf Bogenradien zwischen siebeneinhalb bis zehn Fuß²³⁶ (ca. 2,4 bis 3,1 m). Das Format konnte sich sowohl in der Höhe als auch in der Breite verjüngen²³⁷ und wurde direkt in den Ziegeleien hergestellt. Keilförmige Ziegel wurden auch als „Kessel-“ oder „Wölbziegel“²³⁸ beschrieben. Die den Gewölbeziegeln gleichgesetzten Keilziegel entsprachen zwar dem theoretischen Verständnis der Gewölbekonstruktion (vgl. S. 270), sie waren jedoch für die praktische Umsetzung schon wegen der höheren Kosten für Keilziegel bis in die Mitte des 19. Jh. weitgehend bedeutungslos.²³⁹ Für die Gewölbeherstellung wurden vorrangig übliche quaderförmige Ziegelformate herangezogen.²⁴⁰ In der ersten Hälfte des 18. Jh. galten größere Formate als besonders stabile Wölbsteine,²⁴¹ während in der zweiten Hälfte und zu Beginn des 19. Jh. das „Dreiquartierstück“²⁴² für ein geordnetes Gewölbemauerwerk als das vielseitigste Format mit dem geringsten Verhau bewertet wurde. Das dreiviertel Quartier wurde wegen seiner Bedeutung für die Gewölbeherstellung ab dem Ende des 18. Jh. mit geringen Mehrkosten meist direkt von den Ziegeleien angeboten.²⁴³ Zusätzlich wurde ein spezielles, schmales Ziegelformat für die Gewölbeherstellung angeboten, dessen Länge und Breite den gewöhnlichen Ziegelformaten entsprach, dessen Höhe jedoch zwischen eineinviertel und eindreiviertel Zoll²⁴⁴ (ca. 3,3 bis 4,6 cm) betrug, so dass es ausgleichend zwischen die Wölbziegel gesetzt werden konnte, um die Ausrichtung auf den Mittelpunkt zu gewährleisten und ein Überwölben zu verhindern.

In der praktischen Anwendung unerlässlich waren Gesimsziegel, die bereits für einfache Massivbauten eingesetzt wurden.²⁴⁵ Definierte Gesimsformate, wie sie für die Mauerziegel bestanden, existierten für die Gesimsziegel jedoch nicht.²⁴⁶ Das Format wurde in Abhängigkeit von der einzelnen Gesimsausbildung ausgewählt.²⁴⁷ Die Abmessungen wurden Ende des 17. Jh. mit Längen zwischen zwei bis dreieinhalb Fuß (ca. 62,8 bis 109,9 cm) und Breiten von fünf Zoll²⁴⁸ (ca. 13,1 cm) angegeben. Die in der Mark in der zweiten Hälfte des 18. Jh. bekannten Ziegel waren kürzer und wurden mit folgenden Abmessungen angegeben:

- Länge einundzwanzig Zoll (ca. 54,9 cm), Breite acht Zoll (ca. 20,9 cm) und Höhe dreieinviertel Zoll²⁴⁹ (ca. 8,5 cm);
- Länge zwischen achtzehn und zwanzig Zoll (ca. 47,1 bis 52,3 cm), Breite sechs Zoll (ca. 15,7 cm) und Höhe zwischen dreieinhalb²⁵⁰ und vier Zoll²⁵¹ (ca. 9,2 bis 10,5 cm) oder Länge zwischen achtzehn und zwanzig Zoll (ca. 47,1 bis 52,3 cm), Breite acht Zoll (ca. 20,9 cm) und Höhe neun Zoll²⁵² (ca. 23,5 cm); oder
- Länge zwischen vierzehn und sechzehn Zoll (ca. 36,6 bis 41,8 cm), Breite drei bis dreieinhalb oder auch sechs Zoll²⁵³ (ca. 7,9 bis 9,2 u. 15,7 cm) und Höhe sechs Zoll²⁵⁴ (ca. 15,7 cm).

Für aufwendigere Vorhaben bestand die Möglichkeit, Gesimsziegel mit Schablonen zusätzlich zu bearbeiten.²⁵⁵ Zu Beginn des 19. Jh. wuchs die Vielfalt der Gesimsziegel,²⁵⁶ die vor allem als Terrakotta Teil größerer Ziermotive sein konnten.²⁵⁷ Einfachere Gesimsziegel wurden Anfang des 19. Jh. mit einer geringeren Höhe von drei bis dreieinhalb Zoll (ca. 7,9 und 9,2 cm) produziert, wodurch sie günstiger überkragend gemauert werden konnten²⁵⁸ (vgl. S. 232). Die Zahl der zusätzlichen Formsteine für alle möglichen Anwendungen wie Mauercken, Säulen,²⁵⁹ Kapitelle, Gesimse, Fensterpfosten, Giebelabschlüsse etc. explodierte in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh.²⁶⁰ (Abb. 19).

Hohlziegel

Ziegel wurden auch mit Löchern versehen oder wurden als Hohlkörper hergestellt. Bereits im 17. Jh. wurden vereinzelt Ziegel mit Löchern versehen, um den Trockenvorgang zu beschleunigen.²⁶¹ Die insbesondere für die Gewölbeherstellung durch antike und neuzeitliche Architekturtraktate als auch durch Beschreibungen antiker Monumente²⁶² bekannten sogenannten „hohlen Töpfe“²⁶³, „gebrannten Töpfe“²⁶⁴, „hohlen Steine“²⁶⁵, „leeren bzw. hohlen tönernen Gefäße“²⁶⁶, „Urnen“²⁶⁷ oder „hohlen Backsteine“²⁶⁸ fanden im letzten Drittel des 18. Jh. wegen der möglichen Gewichtsreduzierung große Beachtung.²⁶⁹ Die von Vitruv u.a. zugeschriebene akustische Raumwirkung der Hohlziegel war dabei von untergeordneter Bedeutung.²⁷⁰

Aus Hohlziegeln gefertigte Gewölbe wurden in Italien vorrangig in Verbindung mit hochhydraulischen Gussmörteln errichtet²⁷¹ (vgl. S. 144, 339), während in Frankreich und England Hohlziegel in Verbindung mit Flacheisensystemen als Kompositbauteile für flache Decken und Wandsysteme entwickelt wurden. Seit den 1780er Jahren waren flache französische Versuchswölbungen mit Hohlziegeln und Eisen bekannt²⁷² (vgl. S. 350).

Anerkennung fanden die 1817 aus Hohlziegeln errichteten Kaimauern im Touloner Hafen.²⁷³ Davon angeregt entwickelte der Österreicher J. B. v. Packh in den 30er Jahren des 19. Jh. Hohlziegelformate, wie sie in Abbildung 20. Figur 1 bis 6 dargestellt sind, die er, gestützt auf Belastungsversuche (abgebildet in Fig. 8 bis 10), für den allgemeinen Gebrauch zur Ausführung von Mauern, Gewölben und Decken empfahl.²⁷⁴ Ebenso entwickelte der Engländer Beacon 1813 Hohlsteine.²⁷⁵

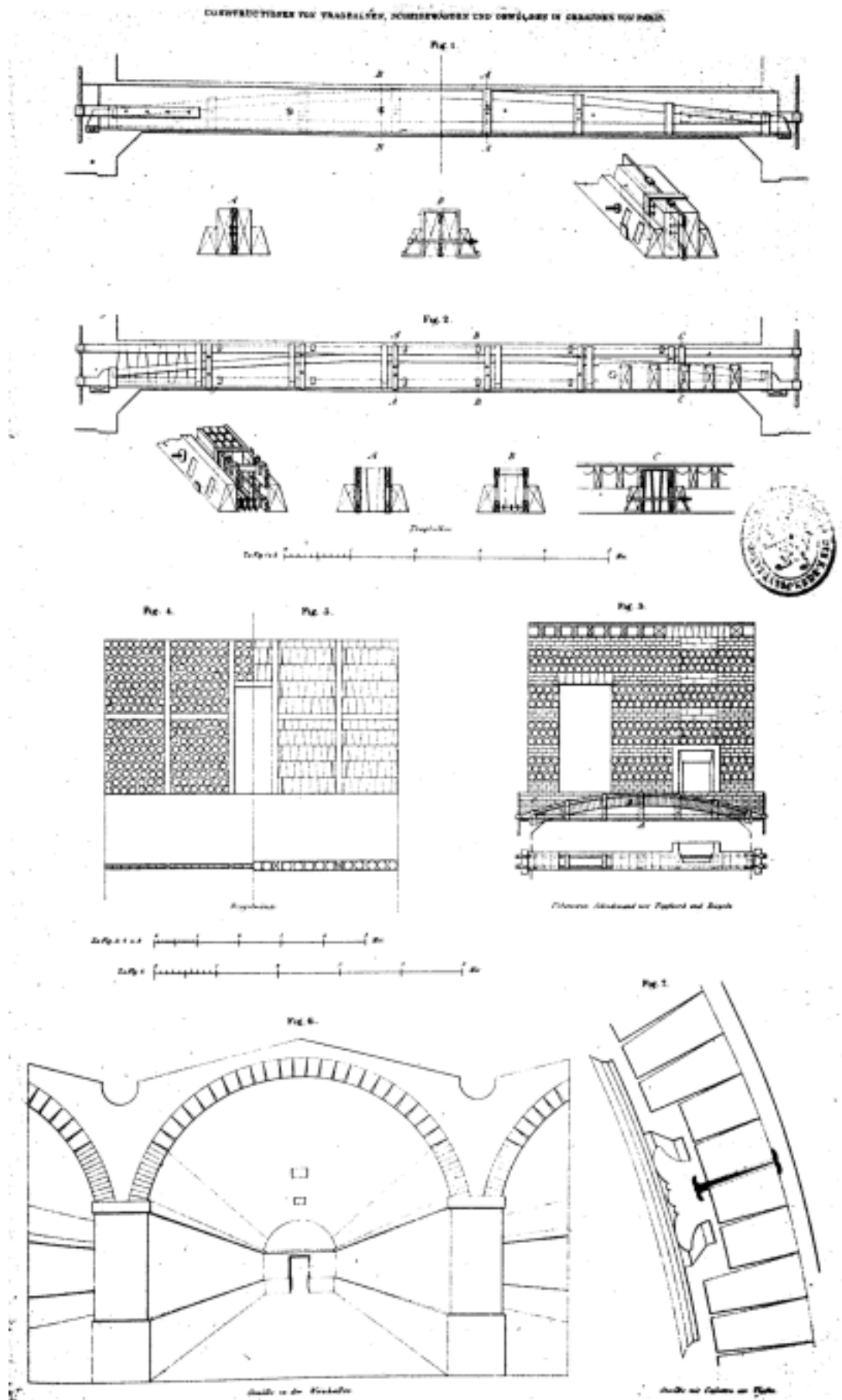


Abb.22 Förster 1837. Tafel CLXIII². Hohlziegel in unterschiedlichsten Formen wurden für Wände und Decken vor allem als Kompositbauteile eingesetzt.

Eine Differenzierung von Hohlziegeln oder gebrannten Hohlsteinen, so wie sie heute für Hochloch- oder Langlochziegel besteht, existierte nicht. In Frankreich und Großbritannien wuchs zu Beginn des 19. Jh. das Angebot an Hohlziegeln bzw. Hohlsteinen, die für unterschiedlichste Bauteile entwickelt worden waren.²⁷⁶ Zum Teil muss das Interesse an Hohlsteinen als innovativer Mauerstein in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. auch in Deutschland sehr hoch gewesen sein; beispielsweise wurden für den Bau der Münchner Pinakothek Hohlsteine aus Biberschwänzen und Kalkmörtel zusammengesetzt.²⁷⁷ Die Beurteilung der Hohlziegel war äußerst positiv: Hohlziegel galten als frostbeständig, und wegen ihres geringeren Gewichtes boten sie die Möglichkeit, die Transportkosten zu senken; gleichzeitig erlaubten sie eine schnellere und einfachere Verarbeitung.²⁷⁸ Günstige Wärmedämmeigenschaften wurden als weitere positive Eigenschaft hervorgehoben.²⁷⁹ Das größte Interesse bestand jedoch an dem geringen Gewicht das eine Druckreduzierung bei Gewölben ergab.²⁸⁰

Anders als in der Mark wurden in Frankreich während der ersten Hälfte des 19. Jh. Hohlziegel bereits fabrikmäßig hergestellt. Die Preise standen in Konkurrenz zu einem vergleichbaren Produktangebot gegossener Gips-Hohlsteine (vgl. S. 87). Auf der Pariser Ausstellung von 1849 wurden Hohlziegel für Außenmauern, Feuerstellen, Fußböden, Wölbungen und alle Arten von Trennwänden hauptsächlich als feuerbeständiger Ersatz für Holzwände gezeigt. Als Beweis ihrer Feuerbeständigkeit wurden Hohlsteinwände Feuerproben ausgesetzt. In Hohlsteinmauerwerke sollten auch Schornsteine und Wasserröhren integriert werden können. Anerkannter Nachteil dieser Leichtwände war die starke Schallübertragung, die eingeschränkten Befestigungsmöglichkeiten an den Wänden und ein unterstellter Ungezieferbefall.²⁸¹ Der Preiswettbewerb zu den gegossenen Hohlsteinen führte dazu, dass die geringeren Produktionskosten (im Vergleich zu Vollziegeln) durch den halben Tonverbrauch, den geringeren Brennmaterialverbrauch und die schnellere Trocknung an den Kunden weitergegeben wurden. So wurden in der Mitte des 19. Jh. Hohlziegel beispielsweise durch den Fabrikant Borry in Paris um 25 Prozent preiswerter als herkömmliche Ziegel angeboten.²⁸²

Wesentlich zur größeren Bekanntheit der Hohlziegel als Mauerstein trug das von dem Architekten Henry Roberts entworfene Vierfamilienhaus bei, welches auf der Londoner Weltausstellung von 1851 zu sehen war. Der englische Prinz Albert förderte das Ausstellungsgebäude als preiswerte Bautechnik für finanzschwache Nutzer. Die verschiedenartigen geometrisch geformten Hohlziegel der Wände und Decken sind in Abbildung 21 dargestellt.²⁸³ In England wurden in der Mitte des 19. Jh. Hohlziegel in variationsreichen Formen und Formen für nahezu alle Bauteile angeboten.²⁸⁴

Hohlziegel waren in Deutschland in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. insbesondere durch Fachpublikationen bekannt, und vereinzelt wurden auch Versuchsbauten errichtet, wie etwa eine Brücke, die über die Saar führte.²⁸⁵ Das erste, bisher bekannte Hohlziegelgewölbe in der Mark war die Flachkuppel für das Mausoleum der Familie Epenstein auf dem Friedhof der

Dreifaltigkeitskirche in Berlin-Kreuzberg von 1834.²⁸⁶ Verwendet wurden acht unterschiedliche Hohlziegelzylinder, die zum Scheitel hin kleinere Durchmesser aufweisen. Ober- und Unterseite der Zylinder waren mit Löchern versehen. Die Wandung wurde mit ca. eineinhalb Zentimeter angegeben.²⁸⁷ Lieferant der Töpferware war die Rathenower Ziegelei.²⁸⁸ Größere Beachtung fanden die Versuchswölbungen, die in Zusammenhang mit der Errichtung des Neuen Museums in der Bodestraße (Berlin-Mitte) (1841/55) ausgeführt wurden²⁸⁹ (vgl. S. 350). Bis in die 1860er Jahre waren Hohlziegelwände die Ausnahme und wurden nur sehr vereinzelt eingesetzt. Eines der wenigen Beispiele sind Brüstungen und Wandbegrenzungen des Wohngebäudes in der Weinbergstraße 16 in Potsdam (1856).²⁹⁰ Etwas verbreiteter sollen Hohlziegel für Viehstallungen in der ersten Hälfte des 19. Jh. gewesen sein. Ursache dafür waren die besseren Dämmeigenschaften.²⁹¹

Die zur Herstellung der Hohlziegel notwendigen technischen Voraussetzungen wie Drainrührpressen und auf den Brand angepasste Ziegelöfen standen in der Mark nur in ungenügendem Umfang zur Verfügung.²⁹² Die Hohlziegel wurden bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. als Töpferware hergestellt.²⁹³ Erst in den 60er Jahren des 19. Jh. erhielten Ziegelpressen zur Herstellung von Hohlsteinen größere Bekanntheit,²⁹⁴ so dass die Ziegeleien ihre Verkaufspolitik ändern mussten. Die bis dahin teurer als Vollziegel verkauften Hohlziegel wurden ihren Herstellungskosten entsprechend nun wesentlich günstiger angeboten.²⁹⁵ Die Attraktivität der Hohlziegel stieg noch durch die Ausrichtung auf bestehende Steinformate wie das mittlere Steinformat, welches beispielsweise von der Poskauer Ziegelei angeboten wurde.²⁹⁶

Der Zylinder, als die bekannteste der Hohlziegelform²⁹⁷ konnte mit der Untersicht offen oder geschlossen sein.²⁹⁸ Entscheidend war, dass Löcher vorhanden waren, um den Druckausgleich während des Brandes sicherzustellen.²⁹⁹ Die für das Neue Museum eingesetzten zylindrischen Hohlziegel hatten verschiedene Höhen von fünfeinhalb Zoll (ca. 14,3 cm) bis zehn Zoll³⁰⁰ (ca. 26 cm) und waren erheblich höher als die Hohlziegel, die für die Halle à eau de vie in Paris eingesetzt worden waren (mit einer Höhe von vier Zoll³⁰¹ (ca. 10,4 cm)). Neben dem Zylinder gewann der Pyramidenstumpf mit viereckigem oder sechseckigem Grundriss und Durchmessern von drei bis sechs Zoll (ca. 7,8 bis 15,6 cm) und Höhen zwischen vier und neun Zoll (ca. 10,4 bis 23,4 cm) vor allem wegen der damit verbundenen Mörtelersparnis Beachtung.³⁰² Die Verarbeitung der polygonalen Hohlsteine mit abgerundeten Ecken³⁰³ war zwar mörtelsparend, erwies sich jedoch als zu zeitaufwendig, weshalb zylindrische Hohlziegel bei schnell erhärtenden Mörteln vorgezogen wurden.³⁰⁴ Eine Weiterentwicklung dieser Gewölbesteinform waren massive sechseckige Pyramidenstümpfe, wie sie beispielsweise für die flachen Segmentbogentonnen der Schalterhalle des Bankgebäudes Unter den Linden 13 in Berlin (1889/91) eingesetzt wurden. Um die einzelnen Hohlziegel besser ein-

zupassen, wurden zackenförmige Auflagersteine beispielsweise für die Wölbungen des Schlosses Cammenz in Schlesien (ca. 1830-1850) entwickelt.³⁰⁵

Neben den polygonalen oder zylindrischen Hohlziegelformen wurden auch Hohlquader (mit den Abmessungen 16/16/11 cm) für Wände und Decken in dem 1856 errichteten Wohngebäude in der Weinbergstraße 16 in Potsdam eingesetzt. In der Mitte des 19. Jh. boten die Ziegeleibetreiber Becherer und Kessler in Greifswald insbesondere für Wände Hohlziegel an, die nach ihrem Einsatz in Läufer (mit vier geschlossenen Seiten) und in Binder (mit sechs geschlossenen Seiten) unterschieden wurden.³⁰⁶ Die Hohlziegel wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jh. sowohl für übliche Ziegelformate als auch für die Vielzahl an Formsteinen unentbehrlich (Abb. 22).

Durch historische Monumente wie St. Sebastian in der Nähe Roms vor der Porta maggiore³⁰⁷ und St. Vitale in Ravenna (522-547)³⁰⁸ waren in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. gebrannte Wölbsteine in Form eines zylindrischen Hohlkörpers bekannt, der oben in einen Kegel überging und unten geöffnet war. Diese als „Vasen“, „Amphoren“, „aufgesetzte Hütchen“³⁰⁹ oder „Henkeltöpfe“³¹⁰ bezeichneten Wölbsteine ließen sich mit einem schnell versteifenden Mörtel zu jeder Gewölbeform zusammenstecken. Bevorzugt wurde ein Gipsmörtel, damit, als Spirale oder in konzentrischen Kreisen angeordnet, freihändig ohne Gerüst Gewölbe erstellt werden konnten.³¹¹ Diese Art der Hohlziegel blieb für die Gewölbetechnik des 19. Jh. jedoch weitgehend ohne Wirkung.

Um die Hohlsteine der Deckenwölbungen möglichst nah nebeneinander zu stellen, wurden Schablonen entwickelt, die beispielsweise einem gleichseitigen Dreieck entsprachen.³¹² Angestrebt wurde eine einem Bienenstock nachempfundene Wabenstruktur der Steine,³¹³ wodurch sich die durchschnittliche Mörtelstärke auf einen halben Zoll³¹⁴ (ca. 1,3 cm) reduzieren ließ. Gleichzeitig ließ sich eine gleichmäßige, verbandsartige Steinanordnung erzielen.³¹⁵ Eine verzahnte Ausrichtung, wie sie für andere Gewölbesteine gefordert wurde, war für die Hohlsteine nicht erforderlich, da die Mörtelhaftung an den angerauten Oberflächen oder eingebrachten Furchen und Löchern der Hohlsteine für die Wölbung als ausreichend angesehen wurde.³¹⁶ Um die Putzhaftung der Hohlsteine auf der Unterseite zu erhöhen, wurde die Bodenfläche ebenfalls aufgeraut oder mit Löchern versehen.³¹⁷ Hohlziegel ließen sich nicht „verhauen“³¹⁸, d.h. in eine passende Form schlagen; im Unterschied zu Vollziegeln mussten sie daher mit mehr Umsicht verarbeitet werden und wurden für Gewölbezwinkel und Gewölbescheitel deshalb möglichst nicht eingesetzt.³¹⁹

Als bekanntere Hohlziegelproduzenten der ersten Hälfte des 19. Jh. werden Rathenower Ziegeleien und um 1845 die Firmen E. March in Charlottenburg und Ackermann in Velten bei Oranienburg genannt.³²⁰ Ab der Mitte des 19. Jh. übernahm eine Vielzahl von Ziegeleien die Hohlziegelproduktion. Die Belastbarkeit der Hohlziegel erwies sich im Vergleich zu den Vollziegeln geringer, so dass ab der Mitte des 19. Jh. Hohlziegel wegen der Kostenvorteile

größere Anwendung für gering belastete Wohn- und Wirtschaftsgebäude fanden oder ansonsten in entsprechende Konstruktionssysteme mit eingebunden wurden.³²¹

LEHMSTEINE

Heute werden alle aus Lehm hergestellten Steine, die nur getrocknet sind, unabhängig von den sonstigen Zuschlägen unter der Bezeichnung „Lehmsteine“ zusammengefasst. Solche Lehmsteine mit organischen Zuschlägen, die heute als Leichtlehmsteine bezeichnet werden, entsprechen damit beispielsweise den historischen „Lehmpatzen“. Lehmsteine wurden vorrangig in Modeln (Formen) und erst in der Mitte des 19. Jh. unter Einsatz von Strangpressen geformt. Je nachdem, ob die Rohmasse der Lehmsteine aber auch die der Mörtelsteine in die Formen gestampft oder gepresst war, wurden die Steine auch als „Piséstein“, „Preßziegel“³²², „Stampflehmstein“³²³, oder „Stampfstein“³²⁴ unterschieden.

Merkmal der historisch als „Lehmsteine“ bezeichneten Steine ist ihre Produktion ohne organische Zuschläge.³²⁵ Solche Steine wurden unter anderem als „Luftziegel“,³²⁶ „Luftstein“,³²⁷ „ungebrannte Lehmsteine“³²⁸, „Kluthsteine“³²⁹, „Kluthen“³³⁰, „Lehmkluthen“³³¹, „Lehmen-Backsteine“³³² oder „ägyptische Ziegel“³³³ bezeichnet. Sie wurden aus lokal verfügbaren lehmhaltigen Erden hergestellt.³³⁴ Waren diese zu fett, dann konnten sie mit Sand abgemagert sein.³³⁵ In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde analog zur verbesserten Ziegelherstellung empfohlen, die Rohmasse einige Tage zuvor einzusumpfen, um enthaltene Holzstücke oder größere Kiesel besser herausortieren zu können.³³⁶ Die aufbereitete Erde wurden in Holzformen eingebracht, herausgenommen und danach zum Trocknen aufgeschichtet. Vereinzelt wurde beschrieben, dass die Steine bis zu drei Jahren getrocknet wurden.³³⁷ Diese Angaben sind ebenso zweifelhaft wie der Vorschlag, das Trocknen der Lehmsteine durch einen leichten Brand zu unterstützen.³³⁸

Die getrockneten Steine waren in den Herstellungskosten wesentlich preiswerter als gebrannte Ziegel.³³⁹ Im Unterschied zu den Ziegeln waren die Lehmsteine jedoch erheblich schwerer.³⁴⁰ Da die Lehmsteine in den gleichen Formaten wie die Ziegel produziert wurden, ließen sie sich jedoch ideal mit Ziegeln zu Mauerwerken kombinieren,³⁴¹ ohne die Steine überarbeiten zu müssen.³⁴² Entsprechend standen große, mittlere und kleine Formate zur Verfügung.³⁴³ Im Unterschied zu den märkischen Lehmsteinformaten wurden beispielsweise in Thüringen Lehmpatzen und Lehmsteine in gleichartigen Formaten hergestellt.³⁴⁴ Nur für Feuerungsanlagen wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. besondere Formate eingesetzt, die jedoch an das große und kleine Format angelehnt waren.³⁴⁵ Im Vergleich zu allen anderen Lehmsteinarten und Lehmbauweisen wurde den Lehmsteinen die geringste Anfälligkeit gegenüber Ungeziefer zugeschrieben.³⁴⁶

Die Lehmsteine wurden vor allem in den letzten Jahrzehnten des 18. Jh. zu dem gefragtesten Bausteinen, sowohl in der Stadt als auch auf dem Land. Ursache war die preisgünstige Kombinationsmöglichkeit mit Ziegeln³⁴⁷ (vgl. S. 132). Insbesondere im Gebäudeinneren erlaubten die Lehmsteine eine leichte und zügige Verarbeitung.³⁴⁸ Eingesetzt wurden Lehmsteine für Feuerstellen,³⁴⁹ innere Schornsteine,³⁵⁰ Öfen, Kamine,³⁵¹ Rauchfänge,³⁵² Brandmauern,³⁵³ Innen-³⁵⁴ und Außenwände³⁵⁵ sowie angeblich Kellerhalse.³⁵⁶ Die Entrepreneurs nutzten die Lehmsteine als preiswerten Ziegelerersatz,³⁵⁷ deren geringere Festigkeit und mangelnde Beständigkeit gegenüber Feuchtigkeit ignorierend. Der die Gebäudestandsicherheit gefährdende Einsatz der Lehmsteine veranlasste um 1800 das Berliner Polizei-Direktorium eine „Warnung vor Luftziegeln“³⁵⁸ herauszugeben, in der gefordert wurde:

- nicht zu sandigen Lehm zu Lehmsteinen zu verarbeiten,
- nur ausreichend trockene Steine zu verarbeiten,
- die Mörtelfugen nicht zu groß auszuführen, um ein Steinerweichen zu vermeiden,
- nicht bei Frost zu mauern,
- Fundamente nur aus Ziegel auszuführen und
- Lehmsteine nicht an feuchten Orten einzusetzen.³⁵⁹

Da Lehmsteine weiterhin als preiswerter Ersatz ohne Rücksicht auf deren Eignung verarbeitet wurden, folgte wohl in den 1820er Jahren eine polizeiliche Verordnung, die den Einsatz der Lehmsteine auf Scheidewände, Brandmauern und nicht verzogene innere Schornsteine eingeschossiger Bauten rigoros beschränkte. Lehmsteine sollten fortan nur noch für Gefache von Fachwerkwänden eingesetzt werden.³⁶⁰ Dennoch wurden Lehmsteine weiterhin, vor allem für das obere Geschoss, in Mischmauerwerken eingesetzt (vgl. S. 132).

LEHMPATZEN

Die einzigen in der Kurmark während der zweiten Hälfte des 18. und des 19. Jh. bekannten Leichtlehmsteine mit pflanzlichen Zuschlägen waren die „Lehmpatzen“³⁶¹, die auch als „Tropfel“³⁶², „egyptischer Ziegel“³⁶³, „Laimziegel“³⁶⁴, „Strohpatzen“³⁶⁵ oder „ägyptische Luftziegel“³⁶⁶ sofern überhaupt näher bezeichnet wurden.³⁶⁷

Lehmpatzen wurden aus allen verfügbaren, lehmhaltigen Erden hergestellt.³⁶⁸ Lediglich Torf und reiner Sand waren ungeeignet.³⁶⁹ Um die Witterungsbeständigkeit der Lehmpatzen zu verbessern, wurde der Rohmasse zum Beispiel Mergel, frischer Pferdemist und Kalk zugegeben.³⁷⁰ Der Rohmasse wurde eingeweicht und mit organischen Zuschlägen, beispielsweise gehacktem Roggenstroh,³⁷¹ langem Stroh,³⁷² Moosen, Spreu, Tierhaaren,³⁷³ Flachsresten, sogenannten Flachsschäben,³⁷⁴ die auch „Brechanen“³⁷⁵ genannt wurden, versetzt. Die Flachsschäben, ein Abfallprodukt der Flachsherstellung, waren durch Verordnung der preussischen Verwaltung Ende des 18. Jh. gezielt für die Lehmpatzenherstellung zu sammeln.³⁷⁶ An die pflanzlichen Zuschläge wurden keine speziellen Anforderungen gestellt, so dass selbst schlechtes oder verdorbenes Heu verwendet wurde.³⁷⁷ Vereinzelt wurde Heidekraut

wie für den Lehmputzenbau in Kossenblatt, Theodor-Fontane Straße 21, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche (1. Hälfte 19. Jh.) zugegeben. Das Mitglied des Ober-Bau-Departements H. C. Riedel machte die Zusammensetzung der Rohmasse für die Lehmputzen von den örtlichen Vorkommen abhängig.³⁷⁸ Dem steht die Mitteilung entgegen, wonach das Ober-Bau-Departement Mischungsverhältnisse vorgeschrieben haben soll.³⁷⁹ Entsprechende Angaben sind nicht bekannt und eher unwahrscheinlich. Die pflanzlichen Zuschläge wurden in den zugeschriebenen Festigkeitseigenschaften sehr widersprüchlich bewertet. Einerseits wurde damit eine erhöhte Steinfestigkeit verbunden.³⁸⁰ Andererseits wurde gerade in den pflanzlichen Bestandteilen eine Lockerung und Zerstörung von Masse und Form angenommen.³⁸¹ Die festigende Wirkung organischer Zuschläge wurde in den 40er Jahren des 19. Jh. vollständig angezweifelt und ihr Zusatz nun vorrangig für ein schnelleres Trocknen als vorteilhaft angesehen.³⁸²

Nachdem die Rohmasse und die Zuschläge durch menschliche und tierische Muskelkraft vermengt waren,³⁸³ wurden sie in hölzerne, vereinzelt metallverstärkte Formen gefüllt.³⁸⁴ Aufgrund des Schwindens waren die Formen ungefähr eineinhalb Zoll (ca. 3,9 cm) länger und ein Zoll (ca. 2,6 cm) breiter als das angestrebte Steinformat.³⁸⁵

Die pflanzlichen Zuschläge führten häufiger dazu, dass unregelmäßige Steinkanten entstanden.³⁸⁶ Nach einer Trockenzeit bis zu acht Wochen konnten die Steine verarbeitet werden.³⁸⁷ Mehr als theoretische Überlegung ist ein in den 20er Jahren des 19. Jh. vorgeschlagener, leichter Brand anzusehen, um das Trocknen zu beschleunigen.³⁸⁸ Die Kosten, für Transport hin und zurück zur Ziegelei der überwiegend im ländlichen Raum eingesetzten Lehmputzen und die Kosten für den Brand standen völlig im Widerspruch zu der beabsichtigten Kostenminimierung des als Ersatzbaustein gedachten Lehmsteins (vgl. S. 33). Der Lehmputzen stellte wegen seiner geringeren Herstellungskosten im Vergleich zur Ziegelherstellung³⁸⁹ und angeblich auch zu den Stampfsteinen³⁹⁰ eine ökonomisch günstige Alternative dar, die sich vorrangig durch einen geringen Holzverbrauch auszeichnete.³⁹¹ Günstige Dämmeigenschaften wurden zwar zur Kenntnis genommen, blieben jedoch weitgehend unberücksichtigt.³⁹² Vorgeschobene Gründe für die verbreitete Ablehnung der Lehmputzen waren die behauptete Anfälligkeit sich einnistenden Ungeziefers³⁹³ als auch der notwendige Witterungsschutz der Außenwände.³⁹⁴ Dies sind Gründe, die sich genauso auf Ziegelmauerwerke des 18. und frühen 19. Jh. übertragen lassen.

Lehmputzen wurden in der Regel für ländliche Bauwerke ohne große Lasteinwirkungen oder für nicht direkt dem Wasser ausgesetzte Bauwerke eingesetzt.³⁹⁵ Zu solchen Bauwerken zählten kleinere Gebäude für Bauern, Kossäten, Dienstleute, Tagelöhner, Hausleute sowie Familienhäuser, Scheunen,³⁹⁶ Wirtschaftsgebäude,³⁹⁷ eingeschossige Amtshäuser, Schulhäuser als auch Wohnhäuser in kleineren Städten.³⁹⁸ Aus Lehmputzen wurden alle Außen- und Innenwände solcher Gebäude³⁹⁹ sowie Garten- und Hofmauern⁴⁰⁰ errichtet. Obwohl Brand-

mauern aus Lehmputzen erfolgreich eingesetzt wurden,⁴⁰¹ war deren Brandsicherheit wegen des Strohanteils umstritten.⁴⁰² Vereinzelt wurden Gewölbe aus Lehmputzen hergestellt, die jedoch offiziell als instabil abgelehnt wurden.⁴⁰³

In einigen Gegenden wie in Sachsen oder der Mark waren die Lehmputzenformate größer als die übrigen Steinformate.⁴⁰⁴ In der Mark existierten ein „altes“ und ein „neues Format“, die durch das Ober-Bau-Departement vorgegeben worden waren. Bisher ist weder bekannt, wann die Formate festgelegt worden waren, noch wann sie gewechselt wurden. Die früheste bisher bekannte Erwähnung eines zweiten Formats erfolgte 1796.⁴⁰⁵

- Das alte Format war fünfzehn Zoll (ca. 39,25 cm) lang, siebeneinhalb bzw. siebeneinviertel⁴⁰⁶ Zoll (ca. 19,6 cm / 18,9 cm) breit und sechs Zoll (ca. 15,7 cm) hoch und war bereits im Jahr 1790 bekannt. Es wurde zugunsten eines kleineren Formats aufgegeben, da die Steine als zu schwer angesehen wurden und überdies zu langsam trockneten.⁴⁰⁷
- Das neue Format war elf Zoll (ca. 28,8 cm) lang, fünfeinhalb Zoll (ca. 14,4 cm) bzw. fünfeindrittel Zoll (ca. 13,9 cm) breit und sechs Zoll⁴⁰⁸ (ca. 15,7 cm) hoch.

Daneben haben Sonderformate existiert, die beispielsweise der Baubeamte Jachtmann Ende des 18. Jh. in Form schwalbenschwanzförmiger Lehmputzen vorschlug, um die Mörtelhaftung zu unterstützen.⁴⁰⁹ Größere Steinformate wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. mit der Absicht diskutiert, analog zu den Werksteinquadern einer idealen Mauer die Steinbreite auf die Mauerbreite festzulegen.⁴¹⁰

MÖRTELSTEINE

Aus Zuschlägen und einem Bindemittel hergestellte Steine wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. als „Mörtelsteine“ bezeichnet. Solche Mörtelsteine konnten in Formen gegossen werden. Gleichzeitig konnte die Mörtelmasse gestampft oder gepresst sein. Heute werden diese Steine den mineralisch gebundenen Baustoffen zugeordnet. In Frankreich fanden in den 1760er Jahren gegossene Steine aus einem dünnflüssigen Gipsmörtel und Abbruchmaterial als Zuschlag größere Beachtung.⁴¹¹ Die „künstlichen Steine“, oder „künstlichen Sandsteine“⁴¹² bezeichneten Steine galten als sehr fest und dauerhaft. Ende des 18. und des frühen 19. Jh. wurden immer wieder Versuche zur Mörtelsteinherstellung durchgeführt. Als Bindemittel solcher Steine wurden je nach örtlicher Verfügbarkeit sowohl Gips, gelöschter Kalk,⁴¹³ Lehm, als auch hydraulisch erhärtender Kalk⁴¹⁴ verwendet. Die Bindemittel konnten mit Ziegelmehl, Hammerschlag, Kohlensteinpulver,⁴¹⁵ Kalksteingruss⁴¹⁶ etc. als Zuschläge oder Zusätze vermischt sein. Die Gemische wurden in hölzerne oder eiserne Formen gegossen oder gepresst.⁴¹⁷ In der Mark Brandenburg unternahm Ende des 18. Jh. der Bau-Direktor Haase die ersten Versuche mit gegossenen Steinen, die er mit einem Kalkmörtel herstellte.⁴¹⁸ Der Baubeamte Sachs ließ Anfang des 19. Jh. eine Grenzmauer als Versuchsmauer in Berlin errichten, die allerdings schnell zerfiel.⁴¹⁹ Weitere Versuche unternahm der Salinen-Inspektor Senff, der aus alten Mauersteinbrocken und einem Gipsguss große Mauerquader

mit den Abmessungen von zwanzig Zoll (ca. 52,0 cm) Länge, zehn Zoll (ca. 26,0 cm) Breite und fünf Zoll (ca. 13,0 cm) Höhe in einer Schalung aus eingeschlagenen Pfählen und Schalbrettern herstellte.⁴²⁰ Neben den in Formen hergestellten Mörtelsteinen wurden Mörtelgemische beispielsweise durch eingestreute Kiesel schichtweise in eine Grube eingebracht.⁴²¹ Nach einer prognostizierten Aushärtung von ungefähr drei Jahren sollten aus den vorbereiteten Schichten Steinquader herausgestochen werden können.⁴²² Ähnliche Versuche wurden Anfang des 19. Jh. in größerer Anzahl durchgeführt,⁴²³ die parallel zu den geschalteten Wänden erfolgten (vgl. S. 144 ff.). In Frankreich hatte sich in der ersten Hälfte des 19. Jh. bereits ein sehr differenziertes Angebot an gegossenen Gipssteinen herausgebildet, die beispielsweise als Hohlsteine auf der Pariser Ausstellung 1849 für Außenmauern, Feuerstellen, Fußböden, Wölbungen und alle Arten von Trennwänden hauptsächlich als feuerbeständiger Ersatz für Holzwände ausgestellt wurden. Hohlsteine und die daraus errichteten Mauerwerke waren bestens geeignet, um Schornsteine oder Wasserröhren darin zu integrieren. Nachteilig war hingegen die starke Schallübertragung, die eingeschränkten Befestigungsmöglichkeiten an den Wänden und die Befürchtung, Ungeziefer würde sich einnisten⁴²⁴ (Abb. 23).

GESTAMPFTE UND GEPRESSTE STEINE

Steine, deren Rohmasse beispielsweise in eine rechteckige Form gepresst oder gestampft war, wurden als „Piséstein“, „Preßziegel“ oder „Stampfstein“⁴²⁵ bezeichnet. Das verdichtete Material konnte ebenfalls mit benannt sein, wie etwa beim „Stampflehmstein“⁴²⁶. Die Entwicklung der gestampften, bzw. gepressten Steine verlief in der zweiten Hälfte des 18. Jh. parallel zu den geschalteten Wänden und ist die Übertragung dieser Technik auf einen einzelnen Stein⁴²⁷ (vgl. S. 144 ff.). So sind die gestampften Lehmsteine ohne pflanzliche Zusätze, die der Franzose François Cointeraux in den 90er Jahren des 18. Jh. als „Nouveau Pisé“ präsentierte, mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit das Ergebnis eines brieflichen Erfahrungsaustauschs mit David Gilly über geschaltete Lehmwände.⁴²⁸

Die Stampfsteine wurden in den letzten beiden Jahrzehnten des 18. Jh. vorrangig aus Lehmerden hergestellt. Zu Beginn des 19. Jh. traten neben den tonhaltigen Erden⁴²⁹ auch Gemische aus Lehm, Sand und Kalk,⁴³⁰ sowie Sand und Kreide⁴³¹ und zunehmend aus Kalksand⁴³² sowie hydraulisch wirkenden Mergelerden.⁴³³ Um die aus Erde gefertigten Stampfsteine herzustellen, musste die Erde frisch ergraben und erdfeucht sein. Sie wurde in Holzformen verfüllt und mit Stößeln verdichtet.⁴³⁴ Das Ober-Bau-Departement ließ Ende des 18. Jh. Versuchsbauten in der Umgebung von Berlin errichten, um Herstellung und Verarbeitung der aus Erde gestampften Steine auf ihre Einsatzfähigkeit hin zu überprüfen.⁴³⁵ Im Ergebnis hielt das Ober-Bau-Departement die Herstellungskosten und den betriebenen Aufwand für die sogenannten „Pisésteine“⁴³⁶ im Vergleich zu den Steinqualitäten der Lehmputzen oder

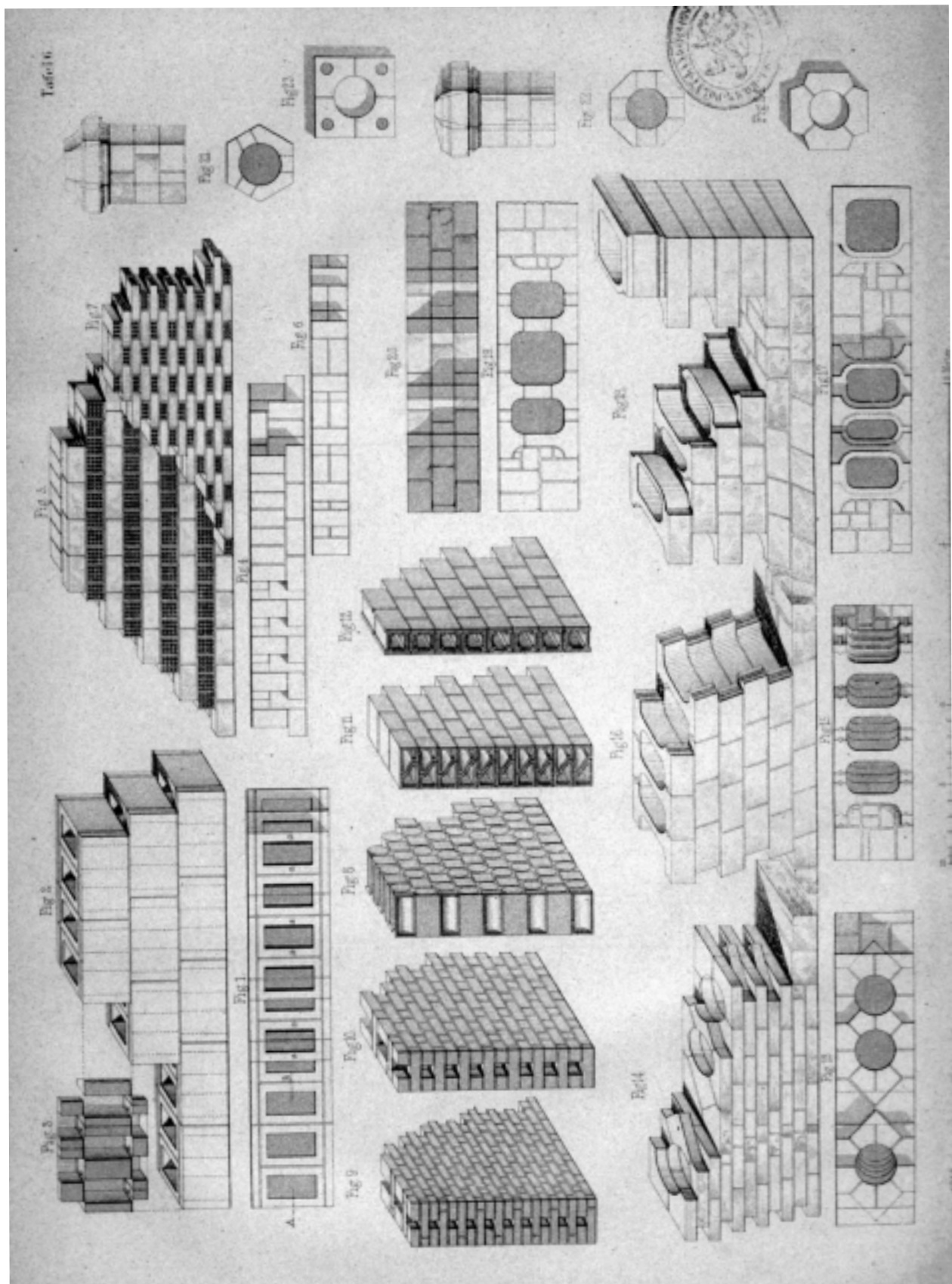


Abb.23 Sirodot 1852, Tafel 6. In Frankreich stand in der ersten Hälfte des 19. Jh. ein umfangreiches Angebot vielfältiger gegossener Gips- und Mörtelsteine zur Verfügung, das in der Mark Brandenburg weitgehend unbekannt war.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

Lehmsteine für zu hoch. Entgegen den von F. Cointeraux in Frankreich gemachten Erfahrungen bemängelte David Gilly das schnelle Ausbrechen der Ecken, sobald die Steine aus der Form herausgenommen wurden.⁴³⁷ Die in Brandenburg verfügbaren, lehmhaltigen Erden waren für die Stampfsteinherstellung überwiegend ungeeignet. Zufriedenstellend waren dagegen Versuche, die der Baubeamte J.F.R. Steiner im thüringischen Weimar durchführte.⁴³⁸ Ihm wurde allerdings die notwendige Unterstützung für Versuchsbauten versagt.

Die aus lehmiger Erde hergestellten Stampfsteine blieben bis in das 19. Jh. in der Mark die Ausnahme.⁴³⁹ Eine Weiterentwicklung vollzog sich mit dem Einsatz mechanischer Schraubpressen, sogenannter „Stampfmaschinen“ bzw. „Pressmaschinen“⁴⁴⁰. Dadurch ließ sich die Steinfestigkeit erheblich steigern. Im Jahr 1806 hatte ein Herr Hezel (auch Hetzel) eine funktionsfähige Mechanik entwickelt, mit der er erfolgreich in Dopart bei Greuzius in Rußland sogenannte „Preßsteine“⁴⁴¹ produzierte und verkaufte. In die Steine legte er diagonal Hölzer als eine Art Bewehrung ein⁴⁴² (vgl. S. 155). Vergleichbare mechanische Erfindungen unternahm in Deutschland zu Anfang des 19. Jh. beispielsweise Johann Heinrich Hundt.⁴⁴³ Die „gepreßten Steine“⁴⁴⁴ wurden ab den 20er Jahren des 19. Jh. nun gegenüber den gestampften Steinen als „gerammte Erdquader“⁴⁴⁵ abgegrenzt. In die hölzernen oder gußeisernen Formen der Schraubpressen, die mit „Juchtenleder“ oder gewalzten Blei- bzw. Zinkplatten ausgekleidet waren, wurde die Steinmasse eingefüllt. Den unteren Abschluß der Form bildete dabei ein Brett.⁴⁴⁶ Durch die mechanische Pressung ließ sich die Masse von einer anfänglichen Materialhöhe von ca. zehn Zoll (ca. 26,1 cm) auf fünf Zoll⁴⁴⁷ (ca. 13,1 cm) verdichten. Der entstandene Stein zeichnete sich durch eine wesentlich höhere Festigkeit im Gegensatz zu bis dahin bekannten Stampfsteinen aus.⁴⁴⁸ Die Absicht des Baubeamten S. Sachs, die Aufbereitung der Stampfsteine durch Wasserzugabe zu erleichtern, hatte Steine mit einer sehr geringen Festigkeit zur Folge und scheiterte.⁴⁴⁹

Die Vorbehalte gegenüber den aus Lehmerden gestampften Steinen blieben bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. bestehen,⁴⁵⁰ dagegen wurde Stampfsteinen mit Lehm-, Kalk- und hydraulischen Kalkgemischen ebenso wie den geschaltten Wänden mit vergleichbaren Gemischen wachsende Beachtung beigemessen. In den 20er Jahren des 19. Jh. experimentierte Herr Popelack mit Kalk-Sandgemischen.⁴⁵¹ Ebenso veranlasste der Leiter der königlichen preußischen Akademie des Landbaues zu Möglin, heute im Landkreis Märkisch-Oderland, der Staatsrat Thaer, ab den 30er Jahren des 19. Jh. Versuche mit Lehm-Kalkgemischen⁴⁵² und warb aktiv für deren Anwendung für landwirtschaftliche Bauten. Neben den Kalk-Sandgemischen wurden Presssteine sogenannte „Eisen-Ort-Steine“⁴⁵³ aus einer Mischung aus Lehm, Hammerschlag und gestoßener Schlacke, hergestellt. In der Mark wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. anfänglich die Lehm-Kalkgemische,⁴⁵⁴ zunehmend jedoch die Kalk-Sandgemische ohne wesentliche Lehmanteile, bestimmend für die Presssteine. Aus den Stampfsteinen gingen die gepressten Mörtelsteine als neue Steinart in der ersten Hälfte des

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

19. Jh. hervor.⁴⁵⁵ In den 20er und 30er Jahren des 19. Jh. versuchte der General-Major von Rödlich die Stampfsteinherstellung in Fabriken zu organisieren.⁴⁵⁶ In den 20er Jahren des 19. Jh. bestand in Brandenburg ein Presssteinformat (Länge 12 bis 13 Zoll (ca. 31,4 bis 34,0 cm) sowie Breite und Höhe von 5 $\frac{3}{4}$ bis 6 $\frac{1}{4}$ Zoll⁴⁵⁷ (ca. 15,0 bis 16,4 cm)).

NATÜRLICHE STEINE

Zu den für den Baubetrieb gebräuchlichen Natursteinen in der Mark zählten während des 18. und frühen 19. Jh. Sandsteine, Kalksteine, Granit und alle örtlich verfügbaren Bruch- und Feldsteine. Der Transport erfolgte, dort wo es möglich war, auf dem Wasserweg und die Steine der näheren Umgebung auf Fuhrwagen.⁴⁵⁸ Aus natürlichen Steinen errichteten Mauern und Gewölbe waren in der Mark allerdings selten (vgl. S. 63).

Sandstein

Sandstein wurde in der Mark nur als Werkstein eingesetzt. Vollständig aus Sandstein errichtete Mauern und Gewölbe, sind für den untersuchten Zeitabschnitt nicht bekannt. Die Herstellung größerer Mauerpartien, wie sie beispielsweise für die Bibliothek (1792/94) im Neuen Garten in Potsdam erfolgten, waren in der Mark eine kostbare Besonderheit (vgl. S. 138). Neben der dekorativen Funktion für Gesimse, Säulen, Einfassungen etc. kam den aus Sandstein gefertigten Werksteinen zu Beginn des 19. Jh. konstruktiv für besonders belastete Bereiche eine sehr wesentliche Stellung zu (Abb. 24). Für die Bauteile, die aus Ziegelmauerwerk kaum oder gar nicht hergestellt werden konnten, wie Kämpfer, Schlusssteine, Eckausbildungen oder Auskragungen, wurden Sandsteine eingesetzt.⁴⁵⁹

Auch wegen der hohen Beschaffungskosten war der Sandstein ein wenig verwendetes Baumaterial.⁴⁶⁰ Die Sandsteinverarbeitung beschränkte sich in der Regel auf königliche, staatlich geförderte, repräsentative Bauvorhaben.

Kalkstein

Wegen seiner geringen Frostbeständigkeit wurde der Rüdersdorfer Kalkstein hauptsächlich für Grundmauern eingesetzt.⁴⁶¹ Beispiele sind die Grundmauern des südwestlichen Flügels des Berliner Stadtschlosses (zweite Hälfte 17. Jh.) oder der südwestliche Flügel der Humboldt-Universität, Unter den Linden 6 (1748-53). In Berlin und Potsdam war er für die Grundmauererrichtung noch bis in das 19. Jh. als lagerhafter Bruchstein gebräuchlich.⁴⁶² Darüber hinaus wurden auch die Grundmauern ländlicher Bauten daraus hergestellt. Ein Beispiel ist das Pfarrhaus in Langerwisch (1796/1801).⁴⁶³ Seltener wurde der Kalkstein auch für höhere Sockelmauerwerke wie für die Große Bildergalerie in Potsdam-Sanssouci (1755/63) oder die Stützmauern der Weinbergterrassen, Potsdam-Sanssouci (1744 –73) eingesetzt (vgl. S. 138, 260).



Abb.24 Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63). Ein Sattelstein aus Sandstein wurde bevorzugt, da einerseits konzentrierte Lasten angenommen wurden und andererseits bei einem Steinmauerwerk der Fugenanteil zu einer größeren Schwächung geführt hätte.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

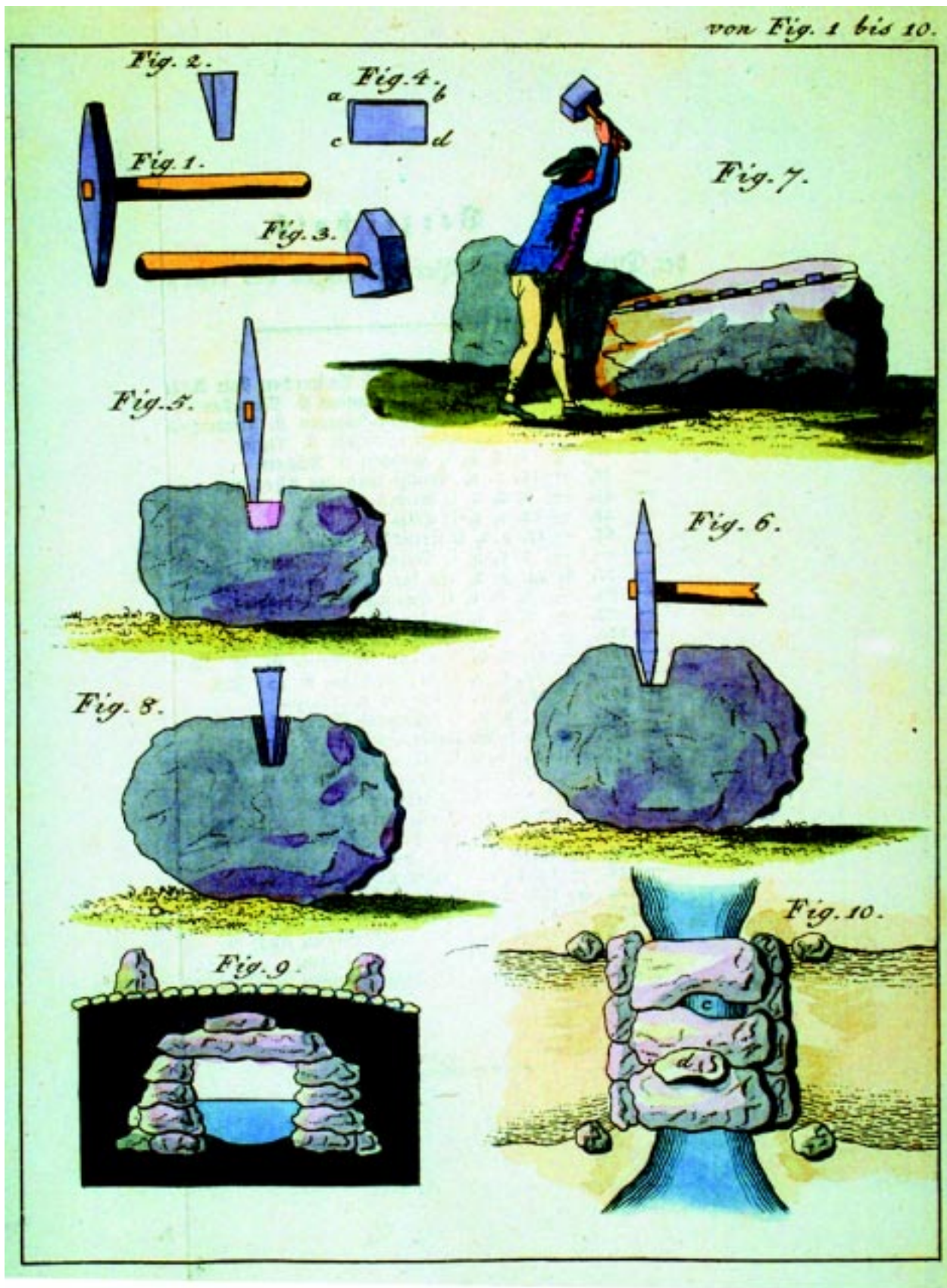


Abb.25 Gilly 1800 Tafel Fig.1-10. Gebrochene Findlinge wurden Ende des 18. Jh. als preiswertes Baumaterial für dauerhafte Mauerwerke hervorgehoben. Die angenommene Witterungsbeständigkeit wurde so hoch eingeschätzt, dass der erhebliche Mehraufwand für die Steinbearbeitung und die aufwendigere Wandherstellung dennoch gerechtfertigt schienen.

Als Werkstein war er noch seltener, beispielsweise als Sockelstein der Provinzial-Irrenanstalt, Schifferstraße 5-5b in Neuruppin (1799). Rüdersdorfer Kalkstein wurde aber für Stufen, Sockelplatten,⁴⁶⁴ Verkleidungen und Stützmauern eingesetzt.⁴⁶⁵ In der Mitte des 19. Jh. wurde Kalkstein stärker als Fassadenverkleidung genutzt (vgl. S. 135).

Ungleichförmige Natursteine

Steine mit unregelmäßigen Formen wurden als „raue“, „regellose“⁴⁶⁶, bzw. „irreguläre Steine“⁴⁶⁷ bezeichnet. Für die weitere Verarbeitung war das Sortieren der Steine nach rundlichen und kantigen Formen wichtig. Besonders die gebrochenen bzw. gesprengten Steine, die sogenannten Bruchsteine zeichneten sich durch einen größeren Anteil kantiger Formen aus⁴⁶⁸ und wurden den aufgesenen Feldsteinen, Flusskieseln und Wacken mit rundlichen Formen vorgezogen.⁴⁶⁹ Die kantigen, lagerhaften, natürlichen Steine eigneten sich wesentlich besser, um daraus in horizontalen Steinschichten stabile Mauerwerke zusammenzufügen.⁴⁷⁰ Unter Bruchsteinen wurden während des 18. und 19. Jh. alle Steine oder Gesteinstrümmer verschiedenster Steinarten wie Granit, Wacken, Kiesel etc. zusammengefasst, die gebrochen oder mit lagerhaften Kanten und Flächen versehen waren.⁴⁷¹ Das Brechen insbesondere der Feldsteine war Ende des 18. Jh. eine alte Technik, um wenigstens glatte Mauerflächen erzeugen zu können.⁴⁷² In der Mark standen letztlich nur der teure Kalkstein und die örtlich verfügbaren Granitfindlinge sowie vereinzelt größere Granitblöcke zur Verfügung, so dass diese je nach örtlicher Gegebenheit und verfügbarer Größe und Form verarbeitet wurden.⁴⁷³ Zur Zerkleinerung der Granitblöcke wurden diese entweder mit Pulver gesprengt, oder es wurden gezielt Keile mit großen Eisenhämmern eingeschlagen,⁴⁷⁴ so wie in Abbildung 25 dargestellt. Eine weitere Möglichkeit, die Steine zu zerkleinern bestand darin, die Steine vollständig zu erhitzen und durch das Abschrecken mit kaltem Wasser zu zersprengen. Durch feuchte Schnüre, die gezielt auf den erhitzten Stein geschlagen wurden, konnten Steinformen annähernd bestimmt werden.⁴⁷⁵

Gebrochene Findlinge wurden ab den letzten Jahrzehnten des 18. Jh. verstärkt für Gründungen, Wasserbauten und als Mauerwerk vor allem landwirtschaftlicher Gebäude⁴⁷⁶ und in der Mitte des 19. Jh. als Füllmaterial⁴⁷⁷ eingesetzt. Findlinge und Feldsteine waren die einzigen preiswerten, natürlichen Steine,⁴⁷⁸ die in der Mark verfügbar waren.

3.1.2. MÖRTEL

Mörtel, die während des 18. und des frühen 19. Jh. zur Mauer- und Gewölbeherstellung eingesetzt wurden, können mit den heute (nach DIN 1053) zulässigen Mauermörteln nicht verglichen werden. Damals wie heute wurde Mörtel nach Mauer- und Putzmörtel unterteilt, wobei weniger die Zusammensetzung als die Anwendung entschied. Mit einem Mauermörtel oder der „Mauerspeise“⁴⁷⁹ wurde in der Regel ein Kalkmörtel assoziiert, auch wenn dieser gerade für ländliche Bauwerke nicht selbstverständlich war. Mörtel, die unter Wasser aushärten konnten sowie über besonders wasserabdichtende Mörtel Eigenschaften verfügten und sich als wesentlich elastischer und dauerhafter als herkömmliche Kalkmörtel erwiesen,⁴⁸⁰ wurden als „Cement“, „Zement“⁴⁸¹, „Wassermörtel“⁴⁸², „Wasserzement“⁴⁸³ oder „Wasserkalkmörtel“⁴⁸⁴ begrifflich hervorgehoben⁴⁸⁵ (vgl. S. 102). In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde eine erhöhte Festigkeit als weiteres Merkmal der Zemente noch ergänzt. Diese Mörtel wurden wegen ihrer besonderen Eigenschaften als Zement bezeichnet und haben mit dem heute bekannten und sehr verbreiteten Bindemittel „Zement“, ein bis zum Sintern erhitzter Klinker, der danach aufgemahlen wird, nichts zu tun.⁴⁸⁶ Dem heutigen Bindemittel Zement vergleichbare Bindemittel wurden in Deutschland erst nach 1850 hergestellt.⁴⁸⁷ Beispielsweise wurde das Rüdersdorfer Zementwerk 1864 gegründet.⁴⁸⁸

Parallel zu dem wachsenden Interesse der Mauer- und Gewölbestabilität und den sie bestimmenden Faktoren fand auch der Mörtel Ende des 17., Anfang des 18. Jh. stetig wachsende Beachtung (vgl. S. 163 ff., 278). Die stabilisierenden Mörtel wurden während des 18. Jh. als Klebemittel eingestuft,⁴⁸⁹ die sich unter der Bezeichnung „Cohäsion“⁴⁹⁰ (Zusammenhalt der Moleküle eines Körpers) durch schnelles Versteifen, bzw. Erstarren und eine gute anfängliche Haftfähigkeit identifizieren ließen. Je schneller diese Eigenschaften eintraten, desto vollständiger war die Klebewirkung und der angenommene Trockenprozess abgeschlossen.⁴⁹¹ Der Gips kommt mit seinen Eigenschaften diesen Vorstellungen am nächsten, weshalb er bis in das 19. Jh. wegen seiner starken und schnellen „Cohäsion“⁴⁹² als stabilster Mörtel zur Mauer- und Gewölbeherstellung bewertet wurde.⁴⁹³ Der unterstellten festigenden Wirkung des Gipses wurde Ende des 18. Jh. eine derart hohe Bedeutung beigemessen, dass beispielsweise die Gewölbe- oder Mauerstärke reduziert oder auf Gewölbewiderlager verzichtet werden konnte.⁴⁹⁴ In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden die positiv unterstellten Eigenschaften relativiert und Gips verstärkt nur noch für trockene Innenbauteile eingesetzt.⁴⁹⁵ Auch wenn Kalkmörtel im Vergleich zum Gips etwas in den Hintergrund trat, wurde er weiterhin als einer der wichtigsten Mörtel eingestuft. Im Unterschied zum Gips musste der Vorstellung nach Kalkmörtel wenigstens einige Jahre oder Jahrhunderte trocknen, um im Endzustand die Härte eines Fels, die größte vorstellbare Festigkeit, zu erhalten.⁴⁹⁶ Die Aushärtung wurde in der Regel als Trockenprozeß eines Klebstoffes aufgefasst. Als Beleg für

diese These des Festigkeitszuwachses wurden historische Mörtel der römischen Antike und des 12.-14. Jh. angesehen.⁴⁹⁷ Entsprechend konnte ein zeitgenössischer Kalkmörtel nie die Festigkeit eines alten Mörtels erreichen.⁴⁹⁸ Zweifel an diesen Erklärungen verstärkten sich in der zweiten Hälfte des 18. Jh.,⁴⁹⁹ so dass alte und neue Mörtel um 1800 gleich bewertet wurden.⁵⁰⁰ Während des frühen 19. Jh. wurde die Mörtelqualität historischer Mörtel zunehmend als unzureichend eingestuft.⁵⁰¹ Umfangreichere naturwissenschaftliche Erkenntnisse hatten erheblichen Einfluss auf die geänderten Ansichten zur Mörtelfestigkeit.

Der Stellenwert der verbindenden Wirkung für die Standsicherheit und die Festigkeit der einzelnen Bauteile wie Pfeiler, Gewölbe und Fensterstürze sowie gezielt zugeordneten Lasten erhielt in der zweiten Hälfte des 18. Jh. analog zu den Stabilitätsvorstellungen der Mauern und Gewölbe größeres Gewicht.⁵⁰² Beispielsweise wurden unzureichend ausgehärtete Mörtel Ende des 18. Jh. als Einsturzursache für einen nicht näher bezeichneten Berliner Turm nun in Betracht gezogen.⁵⁰³ Ab dem letzten Drittel des 18. Jh. bis in die Mitte des 19. Jh. wurde die Mörtelverbindung derartig weitreichend eingestuft, dass Steingewölbe aufgrund des Mörtels als monolithische Bauteile betrachtet wurden, die nach vollzogener Mörtelaushärtung ausschließlich durch Vertikallasten auf die Gewölbewiderlager wirkten.⁵⁰⁴ Diese angenommene Wirkung sollte sich darüber hinaus durch besonders schmale Fugen schneller herbeiführen lassen.⁵⁰⁵ In der Absicht, Mörtel Eigenschaften wie Festigkeit und Haftung differenziert zu analysieren, wurden Ende des 18. und vor allem zu Beginn des 19. Jh. verstärkt Erfahrungen gesammelt und gezielt Versuche durchgeführt.⁵⁰⁶ Einen solchen Versuch veranlasste beispielsweise Jean Rondelet mit der Absicht, die druckreduzierende Wirkung der Mörtel zu belegen. Er ließ eine Ziegelwölbung mit Mörtel errichten. Nach einer sechs monatigen Abbindezeit meinte er nur noch ein Drittel des vergleichbaren Druckes gegenüber eines Werksteingewölbes ohne Mörtel feststellen zu können.⁵⁰⁷

Eine sehr umfangreiche Literaturliste zu den Mörteln stellte 1812 Johann Ludwig Friedrich Wolfram zusammen.⁵⁰⁸ Wachsendes Interesse kam den Ursachen für die Mörtelwirkung zu sowie den Kriterien, woran diese Eigenschaften erkannt werden konnten. In der Mitte des 18. Jh. meinte beispielsweise L.J.D. Succov geeignete Kriterien für die Mörtelfestigkeit in dem spezifischen Mörtelgewicht gefunden zu haben. Dabei war er der Auffassung, je mehr sich das spezifische Gewicht von Mauerstein und Mörtel annäherten, desto gleichartiger sei auch deren stoffliche Festigkeit anzunehmen.⁵⁰⁹ Eine weitere Vorstellung zur Mörtelfestigkeit ging davon aus, dass Gips- und Kalkmörtel sich in der Festigkeit der jeweiligen Steinfestigkeit anpassen würden.⁵¹⁰ Klare Definitionen der Mörtel Eigenschaften, vor allem der Definition der Festigkeit blieben bis in die Mitte des 19. Jh. weitgehend ungeklärt. Möglichkeiten, die einzelnen Eigenschaften vergleichend zu untersuchen, bestanden nicht. Entsprechend stand auch keine Einteilung der Festigkeit in Mörtelgruppen zur Verfügung, so wie sie heute bestehen. In der Regel wurden die Mörtel nach Bindemitteln unterteilt, denen mehr

oder weniger eindeutige Eigenschaften zugeordnet waren. Zu den Bindemitteln zählten alle Arten von Kalk, Gips oder Lehm⁵¹¹ und auch Gemische wie beispielsweise Kalk-Lehm oder Gips-Kalk. Wurde kein Bindemittel weiter angeführt, handelte es sich meist um einen Kalkmörtel.⁵¹²

MÖRTELZUSAMMENSETZUNG

Alle Mörtel wurden, genau wie heute auch, aus Zuschlägen, gegebenenfalls Zusätzen und den Bindemitteln in bestimmten Mischungsverhältnissen gemischt.⁵¹³ Die Art und Weise wie Bindemittel und vor allem der Sand als Zuschlag vermischt werden sollten, waren sehr umstritten. Der Sand war sowohl anzufeuchten als auch extra vorzutrocknen.⁵¹⁴

Sand war der wichtigste Zuschlagsstoff,⁵¹⁵ der theoretisch aus Gruben, fließenden Gewässern, Seen oder dem Meer zur Verfügung stand.⁵¹⁶ Bis in das 19. Jh. wurde in der Regel der örtlich angebotene Sand eingesetzt, ohne dass dieser weiter aufbereitet wurde.⁵¹⁷ In einigen Städten, so auch Berlin, wurde der Sand auch aus weiteren Regionen entfernt, Anfang des 19. Jh. beispielsweise aus dem Müggelsee, bezogen.⁵¹⁸ Besonders hervorgehoben wurden Fluss- und Seesande, die sich im Vergleich zu anderen Sanden durch gering zerstörerisch wirkende Erdsalze und Salzanteile auszeichneten.⁵¹⁹ Während des 18. Jh. fanden Kornbeschaffenheit und Korngröße für die Mörtelfestigkeit zusätzlich Beachtung. Für die Mörtelfestigkeit günstiger erwiesen sich gebrochene, scharfkantige Körner, beispielsweise Kiesel oder Quarz im Unterschied zu den runden Körnern, die auch als Perlsand bezeichnet wurden.⁵²⁰ Die Mischung verschiedener Korngrößen stellte sich als vorteilhaft für die Mörtelqualität heraus,⁵²¹ so dass zur Angabe von Kornmischungen oder bestimmten Mörteln die Sandkorngrößen zu Beginn des 18. Jh. definiert wurden und auch in der zweiten Hälfte ihre Gültigkeit behielten. Unterschieden wurden drei Korngrößen:

- „Grant“ (Grand) mit einer Korngröße von 1/16 Zoll,
- „grober Sand“ mit einer Korngröße von 1/32 Zoll und
- „feiner Sand“⁵²²

Um Sande mit den unterschiedlichen Korngrößen zu erhalten, wurden Siebe mit definierten Maschenweiten eingesetzt. Während der gesamten zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde nahegelegt, Mörtel aus groben Zuschlagsgrößen herzustellen⁵²³ und auf feinere Körnungen wie Staub und sonstigen Bauschutt möglichst zu verzichten.⁵²⁴ Wenn allerdings Staub und Bauschutt zur Verfügung standen, wurden diese schon aus Kostengründen gerne genutzt.⁵²⁵ Nur in Ausnahmefällen oder wenn eine bestimmte Korngröße zwingend vorgegebenen war, beispielsweise für dicke Mauern, wurde der Sand tatsächlich gesiebt.⁵²⁶ Erst während der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden Sande mit definierten Korngrößen selbstverständlicher. Beispielsweise wurde mittelgrober Sand für „gewöhnliches Mauerwerk“ und grobe Zuschläge wie grober Sand, Grant oder Schotter für Natursteinmauerwerke bevorzugt.⁵²⁷ Wegen des hohen

Salzgehaltes und der geringen Korngröße und den damit in Verbindung gebrachten negativen Erfahrungen war Meersand als Zuschlag für die Mörtelherstellung möglichst zu vermeiden.⁵²⁸ Wenn auf ihn dennoch nicht verzichtet werden konnte, dann war der Meersand wenigstens zuvor in Süßwasser zu waschen.⁵²⁹

Um Mörtel Eigenschaften wie beispielsweise Farbe, Festigkeit oder Elastizität zu beeinflussen, wurden und werden bis heute dem Mörtel Stoffe zugesetzt, die die jeweils beabsichtigte Eigenschaft herbeiführen. Die theoretische und praktische Bandbreite der dazu eingesetzten Stoffe war während des 18. und frühen 19. Jh. nahezu unerschöpflich und umfasste unter anderem diverse Salze,⁵³⁰ Roggenmehl,⁵³¹ Eiweiße, Weinstein,⁵³² Tone,⁵³³ Schlacken, gebrannte Steine usw. Gerade in der Absicht wasserabweisende Eigenschaften herzustellen, wurden beispielsweise Öle als Zusätze eingesetzt, die mit Kittrezepturen identisch waren. Die Wirksamkeit solcher Zusätze wurde sowohl gelobt, bestritten und vereinzelt auch ganz abgelehnt.⁵³⁴ Dennoch kam der Vielzahl an Zusätzen und den damit verbundenen Mörtelrezepturen während des 18. und frühen 19. Jh. stärker noch als für die Mauermörtel besonders für die Putzmörtel große Bedeutung zu (vgl. S. 125 ff.).

Der wichtigste Zusatzstoff im 18. und frühen 19. Jh. waren gebrannte Erden, die Puzzolane. Puzzolane sind keine Bindemittel, sondern Zusätze, die in Verbindung mit dem Bindemittel Kalk durch reaktionsfähige Kieselsäure eine Hydratation auslösen. Der Kalk kann unter Luftabschluss im Wasser aushärten.⁵³⁵ Vorteile der mit Puzzolanzusätzen versehenen Kalkmörtel war eine verbesserte Verarbeitung,⁵³⁶ eine schnellere Erhärtung⁵³⁷ und eine dauerhafte Witterungs- und Wasserbeständigkeit, weshalb der Mörtel in seiner Festigkeit mit Fels verglichen wurde.⁵³⁸ Vorrangig unter Hinweis auf Vitruv⁵³⁹ wurden die in Italien gewonnenen „puzzolanischen Erden“⁵⁴⁰ oder „puteolische Sande“⁵⁴¹ als „Wunderwerk der Natur“⁵⁴² ehrfürchtig beschrieben.

Diese Erden waren schon aus Kostengründen unbedeutend. Wichtiger war während des 18. Jh. der rheinische Trass,⁵⁴³ der auch als „cöllnische oder lüttichische Traß“⁵⁴⁴, „Tarras“⁵⁴⁵ oder „holländische Terrasse“⁵⁴⁶ bezeichnet wurde. Diese heute noch im Neuwieder Becken und in der Nähe des Laacher Sees abgebauten vulkanischen Aschen wurden mit den italienischen Puzzolanen weitgehend gleichgesetzt.⁵⁴⁷ Abbau und Handel des Trass kontrollierten im 17. und 18. Jh. die Niederländer. Sie veranlassten Abbau und Weiterverarbeitung in den Niederlanden. In Fässer verpackt wurde mit Trass ein lukrativer europaweiter Handel betrieben.⁵⁴⁸ Der Trass stellte im 18. und noch in der ersten Hälfte des 19. Jh. die sicherste Garantie dar und war daher unentbehrlich um „Cement“⁵⁴⁹, im Sinne eines wasserbeständigen Mörtels, herzustellen. Da der Trass sehr teuer war,⁵⁵⁰ blieb seine Anwendung bis auf das Allernotwendigste beschränkt. Gleichzeitig waren Betrugereien mit angeblichem Trass keine Seltenheit.⁵⁵¹

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

Neben dem rheinischen Trass wurde bereits im 17. Jh. die etwas weniger bekannte aber ebenfalls teurere tournayische Asche gehandelt.⁵⁵² Sie war Abfallprodukt der Kalkbrennerei mit Steinkohle.⁵⁵³ In Ermangelung preiswerter Puzzolane wurden Ziegelsteinsplitt,⁵⁵⁴ gebrannter Ton,⁵⁵⁵ Schlacken,⁵⁵⁶ Eisenkörner,⁵⁵⁷ Hammerschlag,⁵⁵⁸ geglühte Kiesel oder Strandsteine,⁵⁵⁹ gestoßener Fels,⁵⁶⁰ Sandstein,⁵⁶¹ Schiefer,⁵⁶² Steinkohle,⁵⁶³ Tuffstein⁵⁶⁴ (mit dieser Bezeichnung kann möglicherweise auch Trass gemeint sein), Bims⁵⁶⁵ und Glasscherben⁵⁶⁶ als Ersatzstoffe eingesetzt. Die hydraulische Wirkung gebrannter Erden war zwar seit Jahrhunderten bekannt und wurde auch eingesetzt,⁵⁶⁷ dennoch blieb die Vorrangstellung des rheinischen Trass bestehen. Die Wirkung der Puzzolane wurde verstärkt ab der Mitte des 18. Jh. auf gebrannte kieselsäurehaltige Erden zurückgeführt,⁵⁶⁸ und nach rot oder schwarz gefärbter „Puzzolana“⁵⁶⁹ unterschieden. Diese Unterteilung entspricht der heutigen Differenzierung in

- natürliche Puzzolane: alle Vulkanaschen wie die Puzzolan-, die Santorinerde und der Trass
- künstliche Puzzolane: Ziegelmehl und andere Aschen aus Knochen, Steinkohle, Torf etc.⁵⁷⁰

Die Wirksamkeit der Puzzolane wurde im letzten Drittel des 18. Jh. beispielsweise mit einer nicht näher erläuterten gipsartigen Struktur erklärt,⁵⁷¹ die eher Ausdruck der besonderen Wertschätzung des Gipsmörtels war. Die intensive Beschäftigung mit den Puzzolanen führte Ende des 18. Jh. und zu Beginn des 19. Jh. in vielen Regionen zur Entdeckung nutzbarer Puzzolanvorkommen, sowie der Verwendung diverser Ersatzstoffe. Für die Mark Brandenburg waren Vorkommen in der Nähe von Mansfeld von Bedeutung, die nun als preisgünstigere Mörtelzusätze zur Verfügung standen.⁵⁷²

LEHMMÖRTEL

Einer der wichtigsten Baumaterialien war der Lehm, der während des 18. Jh. auch als „Laim“⁵⁷³, „Laimen“⁵⁷⁴, „Leim“⁵⁷⁵, „Leimen“⁵⁷⁶ oder „Letten“⁵⁷⁷ bezeichnet wurde. Als Lehm wurde in der ersten Hälfte des 18. Jh. eine wasserlösliche, fette Erde in verschiedenen Farben aufgefasst.⁵⁷⁸ Exaktere Analysen im Verlauf der zweiten Hälfte des 18. Jh. führten dazu Ton, Kalk, Kieselsäure, Vitriolsäure, Eisen, bituminöse und andere brennbare Stoffe sowie sonstige metallische Substanzen als Bestandteile des Lehms zu erkennen.⁵⁷⁹ Die heutige Definition des Lehms als eine Mischung aus Ton und Sand ist das Ergebnis solcher Substanzanalysen im Verlauf des 18. und frühen 19. Jh. Ton und Lehm wurden während des 18. Jh. begrifflich weitgehend zusammengefasst. Nur in Verbindung mit einer gezielten Wasserabdichtung beispielsweise von Kellermauern und Gewölben wurde der Ton gesondert angeführt.⁵⁸⁰ Lehm war das Baumaterial, das von vielen Gewerken verarbeitet wurde, jedoch wurde seine Verarbeitung im Unterschied zu anderen Baustoffen keinem Handwerk zugeordnet.⁵⁸¹ Genutzt wurde der Lehm für nahezu alle Bauaufgaben, indem aus ihm und mit ihm

Wände, Decken, Estriche, Putze, Mörtel, Abdichtungen sowie Sonderbauteile wie Schornsteine, Öfen und Brandmauern hergestellt wurden.⁵⁸² Vor allem in den ländlichen Regionen war seine Bedeutung wegen der geringen Kosten sehr hoch.⁵⁸³ Darüber hinaus war Lehm wesentlicher Rohstoff für die Ziegelherstellung.⁵⁸⁴ Lehm zeichnete sich durch günstige Materialeigenschaften aus. Er war feuerbeständig⁵⁸⁵ und während des 18. Jh. das Abdichtungsmaterial schlecht hin.⁵⁸⁶ Dämmende Eigenschaften und eine für den Menschen als angenehm empfundene Wärmeabstrahlung sowie für ein gesundes Raumklima förderliche Eigenschaften wurden ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. zur Kenntnis genommen.⁵⁸⁷ Demgegenüber standen eine mangelnde Witterungsbeständigkeit sowie ein starkes Schwinden als ungünstige Eigenschaften.⁵⁸⁸

Lehm war zu Beginn des 18. Jh. anerkanntes und geschätztes Bindemittel⁵⁸⁹ und Mörtel in einem. Eine begriffliche Unterscheidung zwischen Lehm als Baustoff und Mörtel, wie sie für andere Mörtel bestand, war nur marginal vorhanden. Lehm wurde sowohl als Baustoff und Mörtel als „Leimen“⁵⁹⁰ oder „Laimen“⁵⁹¹ beschrieben. Eindeutiger der Funktion eines Mörtels zugeordnet waren die Begriffe „Klebe-Werck“⁵⁹², „Kleiberlehm“⁵⁹³ oder „Kleiber-Leimen“⁵⁹⁴. In den Begriffen zeigt sich das Verständnis, den Mörtel als Klebstoff aufzufassen. Der Lehm wurde mit Sand zu einem Mörtel abgemagert. Trotz einzelner Plädoyers⁵⁹⁵ hatte der Lehm wegen seiner geringen Bindefähigkeit um 1800 die Bedeutung als Mörtel weitgehend verloren und wurde nur noch als Füllmittel aufgefasst, um beispielsweise einzelne Steine in den ihnen zugeordneten Positionen zu halten.⁵⁹⁶ Für Ziegel- und Natursteinmauerwerke wurde er nicht zuletzt wegen des stärkeren Schwindens abgelehnt.⁵⁹⁷

Einhergehend mit der wachsenden Bedeutung der Ziegelmauerwerke stießen lehmhaltige Mörtel Ende des 18. Jh. auf wachsende Ablehnung.⁵⁹⁸ Davon ausgenommen waren einerseits alle dem Feuer unmittelbar ausgesetzten Mauerwerke, da Lehm bis in das 19. Jh. als der einzige feuerbeständige Mörtel galt.⁵⁹⁹ Eine weitere Ausnahme waren Lehmstein- und Mörtelsteinmauerwerke, zu deren Errichtung vor allem die Bauverwaltung Ende des 18. Jh. Lehm als geeignetes Verbindungsmittel ansah.⁶⁰⁰ Diese Ansicht wurde jedoch von den Bauhandwerkern nicht geteilt, die für Lehmsteinmauerwerke wenn nicht Kalk so doch wenigstens Sparkalke bevorzugten.⁶⁰¹ Dem Lehmmörtel kam darüber hinaus für Torfsteinmauerwerke Bedeutung zu.⁶⁰² Wegen der geringen Kosten war Lehm unabhängig aller Grundsatzfragen bis in das 19. Jh. gefragter preiswerter Ersatzstoff für Kalk- und Gipsmörtel,⁶⁰³ der vor allem für ländliche und kleinstädtische Bauten eingesetzt wurde.⁶⁰⁴ Bevorzugt wurden Grundmauern⁶⁰⁵ und alle vor Nässe geschützten Innenwände mit Lehmmörteln ausgeführt.⁶⁰⁶

KALKMÖRTEL

Neben dem Gips war vor allem der Kalk bis in das 19. Jh. das wichtigste mit der höchsten Anerkennung versehene Bindemittel, dem in der reinsten Beschaffenheit in der heutigen chemischen Bezeichnung als CaCO_3 die höchste Festigkeit zugesprochen wurde. Der gebrannte Kalk, möglichst der aus Marmor, wurde als der hochwertigste und dauerhafteste angesehen.⁶⁰⁷ Sinnbild dieser Festigkeitsvorstellung war die harte polierfähige Oberfläche des Marmors (vgl. S. 160). Je unreiner der Kalk war, desto schlechter wurde die zu erwartende Mörtelqualität angenommen. Dem Steinkalk folgten salzhaltige Muschelkalke,⁶⁰⁸ denen alle minderwertigen unreinen Kalke folgten. Je nach Herkunft wurden die Eigenschaften des Kalks unterschiedlich bewertet. Die Druckfestigkeiten der reinen Kalkmörtel sind allerdings so gering, dass er in der heutigen Beurteilung der Mauermörtel nicht beachtet wird. In der Mitte des 18. Jh. konnte sich die Erkenntnis durchsetzen, dass Kalk als chemische Substanz überall gleichartig war und die lokalen Mörtelqualitäten durch die jeweiligen Zusatzstoffe und den tatsächlichen Kalkanteil bestimmt wurden.⁶⁰⁹ Um die Kalkqualität ermitteln zu können, die bis in das 19. Jh. sich maßgeblich durch die Kalkreinheit bestimmte, wurden im letzten Drittel des 18. Jh. Kalkproben in Salz- oder Salpetersäure gelöst. Durch die Säuren ging der Kalk in Lösung und zurückblieben die unlöslichen Beimischungen. Daraus wurde geschlussfolgert, je reiner die Lösung war, je weniger Feststoffe enthalten waren, desto höher war die angenommene Kalkqualität.⁶¹⁰ Kalksteine mit hohen Kalkanteilen wurden als „fette“ und solche mit geringen Anteilen als „magere Kalke“⁶¹¹ bezeichnet. Heute verfügbare reine Kalke standen während des 18. und 19. Jh. nicht zur Verfügung, sondern sie enthielten in der Regel Verunreinigungen. Beispielsweise enthielt der als rein eingestufte Rüdersdorfer Kalk größere Kieselsäureanteile,⁶¹² so dass er als natürlicher hydraulischer Kalk einzustufen wäre. Die als rein beurteilten gebrannten Kalke wurden als „Luftkalk“⁶¹³ aber auch als „Steinkalk“, „Bitterkalk“ oder „Lederkalk“⁶¹⁴ bezeichnet. Aus diesen Kalken wurden „gemeine Kalkmörtel“⁶¹⁵ hergestellt, zu deren signifikanten Eigenschaften es gehörte, nicht unter Luftabschluss, beispielsweise unter Wasser, abzubinden⁶¹⁶ und nicht feuerbeständig zu sein.⁶¹⁷ War die Aushärtung, die als Trocknung aufgefasst wurde, abgeschlossen, dann wurde der Luftkalkmörtel trotz gegenteiliger Erfahrungen als völlig wasserbeständig eingestuft.⁶¹⁸ Stärker als Gips und die hydraulischen Kalke schwand der Luftkalkmörtel während der Aushärtung.⁶¹⁹

Parallel zur Entdeckung, dass die Festigkeit der Luftkalkmörtel durch den Kohlensäuregehalt in der Luft bestimmt wird⁶²⁰ und nicht wie bisher als Trocknungsprozess interpretiert werden konnte,⁶²¹ erfuhr um 1800 die Wechselwirkung des Kalkbrennens mit und ohne Kieselsäure und deren Einfluss auf die Mörtel Eigenschaften wachsende Bedeutung. Als einer der ersten entdeckte der Engländer Smeaton 1756 die hydraulische Wirkung gebrannter Kalk-

Tongemische. Die Wirkung des hydraulischen Kalks ist bestimmt durch die Verbindung zwischen einer unhydraulischen Base, z.B. Kalk und den sogenannten Hydraulefaktoren, beispielsweise Kieselsäure (SiO_2), Tonerde (Al_2O_3) oder Eisenoxid (Fe_2O_3). So werden auch durch den Brand tonhaltiger Kalke Kalk und Hydraulefaktoren chemisch gebunden. Mit steigendem Anteil der Hydraulefaktoren erhöht sich gleichzeitig die hydraulische Reaktionsfähigkeit. Charakteristisch für die hydraulisch erhärtenden Kalke ist die Eigenschaft, zementähnlich, unter Wasser abbinden zu können. Durch die Entdeckung Smeatons ließen sich künstliche Mischungen aus Kalk und Hydraulefaktoren zusammenstellen, die nach dem Brand in ihren Mörtелеigenschaften genau bestimmt waren.⁶²² Dennoch konnten sich die künstlichen hydraulischen Kalke erst Ende des 18. und vor allem in der ersten Hälfte des 19. Jh. größere Geltung verschaffen,⁶²³ wobei die chemischen Zusammenhänge nicht hinreichend bekannt waren. Die hydraulische Wirkung wurde zum Beispiel mit einem Auflösen der Kieselerde während des Brandes erklärt.⁶²⁴

Neben den künstlichen hydraulischen Kalken kam ab dem letzten Drittel des 18. Jh. auch den natürlichen hydraulischen Kalken, dem sogenannten „Mergelkalk“⁶²⁵ oder „Märgel“⁶²⁶ in der praktischen Anwendung mehr Bedeutung zu. Obwohl dieser Kalk vorrangig zur Düngung gepriesen wurde, war er ein preiswerter, gut zu verarbeitender und bevorzugter Mauermörtel. Solche Kalke wurden oberflächennah, in niedrigen Wiesengründen gewonnen, gebrannt und anschließend sofort gelöscht. In Säcke verfüllt zeichneten sie sich durch eine lange Lagerfähigkeit aus.⁶²⁷ Dennoch wurde der Mergelkalk als ein natürlicher hydraulischer Kalk bis in das 19. Jh. den minderwertigen Sparkalken zugeordnet.

Den künstlichen hydraulischen Kalken wurde eine hohe Festigkeit,⁶²⁸ schnelles Aushärten⁶²⁹ sowohl an der Luft als auch unter Wasser,⁶³⁰ geringes Schwinden⁶³¹ und eine größere Säurebeständigkeit⁶³² zugeschrieben. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden solche künstlichen hydraulischen Mörtel erst importiert und auf der Grundlage englischer Rezepturen mit örtlichen Rohstoffen zunehmend hergestellt. Die Mörtелеigenschaften der hier produzierten Mörtel wurden durch Eignungsversuche belegt. Beispielsweise produzierte die „Cementfabrik“ der Herren Haslinger und Schlondorff in Berlin-Moabit seit 1844 sogenannte „Cemente“ nach englischem Muster als Ersatz für die importierten Roman-Cemente.⁶³³ In der ersten Hälfte des 19. Jh. standen in den meisten europäischen Ländern zunehmend preiswertere hydraulische erhärtende Kalkmörtel zur Verfügung, die in ihren Eigenschaften den Luftkalkmörteln überlegen waren.⁶³⁴ Bezeichnet wurden die Mörtel nach Bindemittel je nach Herkunft und Herstellung als „hydraulischer Kalk“ in der ersten Hälfte des 19. Jh. als „hydraulischer Mörtel“, „Wasserkalk“, „magerer Kalk“, „Mergelkalk“, „Zement“, „Schnellmörtel“, „natürlicher Wassermörtel“, „Roman-Cement“, „englischer Wassercement“ oder „römischer Cement“⁶³⁵.

Die künstlichen hydraulischen Mörtel erwiesen sich gegenüber den qualitativ vergleichbaren „Wassermörteln“⁶³⁶, Kalkmörteln mit vor Ort untergemischten hydraulischen Zusätzen, als vorteilhafter. In der Fabrik erstellte Mörtelmischungen ließen sich gleichbleibendere Mörtelqualitäten herstellen,⁶³⁷ als die örtlichen Mischungen auf den Baustellen.

Der in den Vorkommen abgebaute Kalk wurde als Bruch- oder Erdkalk mit Wasser aufbereitet, in Formen gepresst und getrocknet oder als Stückkalk gebrannt.⁶³⁸ Der Brennvorgang erfolgte analog dem Ziegelbrand, wofür mitunter die selben Öfen, Meiler oder Gruben als Brennstätten genutzt wurden.⁶³⁹ Gebrannt wurde Kalk während des 18. Jh. entweder privat oder in königlichen Pachtbetrieben. Diese Pachtbetriebe waren privilegiert, in dem beispielsweise die Kalkabnahme in den Vordruckten der Vergabeverträge für staatlich subventionierte Bauvorhaben vorgeschrieben waren und entsprechende Nachweise beigebracht werden mussten.⁶⁴⁰ Der frisch gebrannte Kalk wurde als ungelöschter, lebendiger, kaustischer Kalk oder Aetz-, Bet-, Beizkalk bezeichnet.⁶⁴¹ Unmittelbar nach dem Brand erfolgte der Verkauf.⁶⁴² Um die Funktionsfähigkeit des Kalks aufrecht zu erhalten, war er zum Transport und zur Lagerung unter Luftabschluss in abgedichtete Fässer zu verpacken.⁶⁴³ Hatte der Kalk seine Bindefähigkeit verloren, wurde er als „abgestandener Kalk“ bezeichnet.⁶⁴⁴ Um den sichtbaren Verlust der Bindefähigkeit zu vermeiden, wurde der für den Handel bestimmte ungelöschte Kalk während des 18. Jh. gleich schwächer gebrannt.⁶⁴⁵ Damit blieb er länger reaktionsfähig, war allerdings nicht so ergiebig. Neben dem ungelöschten Kalk wurde auch ein aufbereiteter Kalk angeboten. Dieser wurde unmittelbar nach dem Brand in einen Korb gefüllt, kurz in Wasser getaucht und für den Transport sofort in dichte Fässer verpackt.⁶⁴⁶

Für die weitere Verarbeitung zu einem Mörtel konnte einerseits ungelöschter Kalk auf der Baustelle in einem flachen Kasten (auch als Kalkbank, Löschbank, Löschkasten bezeichnet)⁶⁴⁷ gelöscht und sofort anschließend mit Zuschlägen und möglichen Zusätzen zu einem Mörtel verarbeitet werden. Aufgrund des schnelleren Versteifens wurde diesem Mörtel eine vermeintlich wasserabweisende Wirkung zugeschrieben, die sogar mit einem abdichtenden Ton verglichen wurde.⁶⁴⁸ Andererseits wurde der Kalk erst eingesumpft. Dazu wurde ungelöschter Kalk beispielsweise in einer mit Lehm ausgekleideten Grube⁶⁴⁹ oder einem sonstigen flachen Kasten mit wenig Wasser gelöscht abgedeckt.⁶⁵⁰ Je länger der Kalk in der Grube sich aufschließen konnte, desto geschmeidiger und ergiebiger wurde er.⁶⁵¹ Als Mindestlagerzeitraum für eingesumpften Kalk wurde beispielsweise im letzten Drittel des 18. Jh. ein Jahr angegeben.⁶⁵² Eingesumpfter Kalk diente jedoch vorrangig für Putze und sonstige Raumausstattungen, weniger als Mauermörtel. Welcher Kalkmörtel als Mauermörtel verwendet werden sollte, war in der zweiten Hälfte des 18. Jh. und im frühen 19. Jh. eine Glaubensfrage.⁶⁵³ Um 1800 wurden „die mehresten königlichen Bauten in Berlin [...] mit frisch gelöschtem Kalk erbaut“⁶⁵⁴. Die Mischungsverhältnisse der Kalkmörtel waren letztlich abhängig von der verfügbaren Kalkgüte. Gebräuchliche Verhältnisangaben waren (Bindemittel/ Zuschlag)

1/1⁶⁵⁵, 1/2⁶⁵⁶ und 1/3.⁶⁵⁷ Vereinzelt wurde das Verhältnis von 1/1 angestrebt, meist bestand jedoch die Absicht, den Mörtel stärker abzumagern.⁶⁵⁸ Teilweise heute vorgenommene Versuche, die Verhältnisvorgaben übertragen wollten, sind bereits im Ansatz zum Scheitern verurteilt, da die Bandbreite der historischen Qualitäten unerschöpflich war und die heute angebotenen Kalke sich nicht mit den historischen vergleichen lassen.⁶⁵⁹

GIPSMÖRTEL

Der heute chemisch als CaSO_4 bezeichnete gebrannte Gipsstein versteift beispielsweise als Stuckgips mit einem Anmachwasser ($1/2\text{H}_2\text{O}$) nach ca. 8 bis 25 Minuten. Nicht zuletzt durch das schnelle Versteifen galt Gips bis in das 19. Jh. als das hochwertigste Bindemittel schlechthin und überstieg häufig die ältere Wertschätzung für den Kalk.⁶⁶⁰ Die dem Gips zugeordneten Eigenschaften verklärten ihn zu einer Art Wundermittel. So wurden ihm Zugfestigkeiten zugeschrieben, die einen eisernen Zuganker entsprechen sollten.⁶⁶¹ Feuerbeständigkeit war eine weitere Eigenschaft, die dem Gips verstärkt in der ersten Hälfte des 18. Jh. zugeschrieben wurde (vgl. S. 243 ff.). Der Stellenwert des Gipses wurde in der Anzahl und den vielfältigen Bezeichnungen der unterschiedenen Gipsarten und Mischungen deutlich, die während des 18. und 19. Jh. nahezu unendlich waren.⁶⁶² Häufiger wurde der Gips als ein besonderer Kalk aufgefasst⁶⁶³ und als „Graukalk“⁶⁶⁴, „Grauer Kalk“⁶⁶⁵, „Gipskalk“⁶⁶⁶ oder „Sparkalk“⁶⁶⁷ bezeichnet. Mit der Definition des Gipses als einer schwefelhaltigen Kalkerde, die auch säurehaltig sein konnte,⁶⁶⁸ wurde er wie ein Kalk gebrannt und eingesumpft.⁶⁶⁹ Der Rückschluss, dass der Gips mit dem Einsumpfen seine Bindefähigkeit verlor, wurde erst im zweiten Drittel des 18. Jh. deutlich zur Kenntnis genommen.⁶⁷⁰ Während des 18. Jh. und frühen 19. Jh. wurde immer wieder die eingeschränkte Beständigkeit des Gipses im Feuchten festgestellt,⁶⁷¹ ohne dass dadurch die besondere Wertschätzung grundlegend erschüttert wurde.⁶⁷² Die mangelnde Beständigkeit wurde beispielsweise damit erklärt, den Gips als ein „[v]erdichtetes Salz“⁶⁷³ anzusehen, welches das Bestreben hat, sich in der Luft aufzulösen. Eine stärkere Zäsur in der Wertschätzung des Gipses vollzog sich in der Mark um 1800 mit der Entdeckung eines verstockten und feuchten Gipsmörtels beim Abriss einer Sandsteinmauer des 1774 errichteten Berliner Schauspielhauses.⁶⁷⁴ Anfang des 19. Jh. konnte nachgewiesen werden, dass Gips Wasser anlagert,⁶⁷⁵ so dass sich im zweiten Drittel des 19. Jh. eine allmähliche Korrektur der bis dahin überaus positiven Bewertung vollzog.⁶⁷⁶ Wenn auch vereinzelt schon im letzten Drittel des 18. Jh. darauf hingewiesen wurde, Gips nicht für Bauteile zu verwenden, die der Feuchtigkeit ausgesetzt waren, so fand dies in der ersten Hälfte des 19. Jh. wachsende Berücksichtigung.⁶⁷⁷ Gips sollte sich auf trockene Innenbauteile beschränken.⁶⁷⁸ Eine gemeinsame Verarbeitung von Eisen und Gips war zu vermeiden.⁶⁷⁹ Der Einsatz des Gipses für Mauern wurde in Frage gestellt.⁶⁸⁰ Heute ist Gips durch die DIN 1186 Teil 1 und 2 als Mauermörtel ausdrücklich nicht zugelassen.

Gips wurde mit wesentlich geringeren Temperaturen und einer geringeren Brenndauer gebrannt als Kalk. Wurde Gips zu stark gebrannt, dann war er leicht „todd gebrannt“⁶⁸¹. Im umgekehrten Fall war die Bindefähigkeit gering.⁶⁸² Unmittelbar nach dem Brand musste der Gips in Pochwerken zerstoßen und gesiebt werden.⁶⁸³ Gips wurde in luftdichten Fässern gelagert,⁶⁸⁴ wobei die Lagerdauer nicht all zu lang sein sollte.⁶⁸⁵ Die Zahl der märkischen Gipsbrennereien war zumindest in der zweiten Hälfte des 18. Jh. durch staatliche Vorgaben limitiert.⁶⁸⁶ Auch wenn es den Betreibern der Gipsbrennereien untersagt war, Abbruchmaterial zu verarbeiten, war dies häufig der Fall.⁶⁸⁷

Als wesentliche Ursache für die große Akzeptanz und den hohen Stellenwert des Gipses ist der heute noch geschätzte Vorteil der schnellen und leichten Verarbeitung,⁶⁸⁸ weshalb Gips vorzugsweise bei Umbaumaßnahmen eingesetzt wurde.⁶⁸⁹ Er ließ sich mit und ohne Zuschläge verarbeiten.⁶⁹⁰ Zugesetzt wurden sowohl Sand, Kalkanteile als auch Bauschutt.⁶⁹¹ Teilweise erfolgten gezielte Zugaben, um die schnelle Bindewirkung zu verzögern.⁶⁹² Dafür bestanden vielfältige Rezepturen, die allerdings äußerst umstritten waren.⁶⁹³ Um die Witte-rungsbeständigkeit zu erhöhen, wurde der Gips mit Kalkmörtel vermischt.⁶⁹⁴

ZEMENTE ODER WASSERMÖRTEL

Zur Errichtung von Bauteilen, die besonders der Feuchtigkeit oder dem Wasser ausgesetzt werden sollten, wurden gezielt sogenannte Zemente oder Wassermörtel eingesetzt.⁶⁹⁵ Diesen wasserbeständigen Mörteln wurden während des 18. Jh. alle Mörtel zugeordnet, die sich aus

- gelöschtem Luftkalk und latent hydraulischen Zusätzen,⁶⁹⁶
- hohen Anteilen ungelöschten Kalks⁶⁹⁷ oder
- Gemischen aus beiden vorangegangenen Wassermörteln⁶⁹⁸ zusammensetzten.

Zu Beginn des 19. Jh. kamen die künstlichen hydraulisch erhärtenden Kalke als weitere Gruppe hinzu. Schon wegen der geringeren Kosten war Ziegelmehl neben dem kaum erschwinglichen Trass bis in das 19. Jh. der praktisch bedeutsamere latent hydraulische Zusatz.⁶⁹⁹ Als weitere Zusätze wurden Ende des 18. Jh. Kuhmist oder Blut angeführt.⁷⁰⁰ Größere Bedeutung erhielten in der ersten Hälfte des 19. Jh. gemahlene Schlacken als Zusätze.⁷⁰¹ Stärker als bei gewöhnlichen Mauermörteln wurde für die Wassermörtel auf die Beschaffenheit des Sandes geachtet. Beachtet wurde die Reinheit und eine ausreichend große Korngröße.⁷⁰² Künstliche hydraulische Kalkmörtel wurden als „Cement“⁷⁰³ in den 30er Jahren des 19. Jh. nun nicht ausschließlich wegen ihrer Wasserbeständigkeit als vielmehr wegen ihrer besseren Bindefähigkeit und der größeren Festigkeit für Mauern und Gewölbe eingesetzt. Zum Beispiel wurden künstliche hydraulische Kalkmörtel während des Baus des Neuen Museums, Bodestraße Berlin-Mitte (1841/55) für Versuchswölbungen angelegt, um die Festigkeit zu überprüfen. Zwischen zwei Mauerscheiben wurde ein scheitrechter Bogen mit einer Weite zwischen dreizehn bis vierzehn Fuß (ca. 403 bis 440 cm) und einer Stichhöhe von ein

bis zwei Zoll (ca. 2,6 bis 5,2 cm) errichtet, dessen Bogenhöhe und Breite eine Steinlänge betrug. Sofort nach Fertigstellung wurde die Rüstung entfernt und ein starker Mann ging über den frei schwebenden Bogen, ohne dass der Bogen nachgab. Eine vergleichbare Ausführung mit einem Kalkmörtel wurde als unmöglich angesehen.⁷⁰⁴

Ab den 70-80er Jahren des 18. Jh. fanden zwei Mörtelmischungen bis in die 40er Jahre des 19. Jh. größere Aufmerksamkeit, die den Zementen und Wassermörteln zugeordnet wurden. Dies waren Mörtelrezepturen des Pariser Mauermeister Lorient von 1774⁷⁰⁵ und Versuchsergebnisse von de la Faye. Beide stützten sich zur Aufwertung ihrer Rezepturen auf Vitruv und Plinius.⁷⁰⁶ Beiden Mischungen wurden wegen der schnellen Steifigkeit⁷⁰⁷ und ihrer größeren Wasserbeständigkeit den Zementen und Wassermörteln zugeordnet.⁷⁰⁸

Die Mischung nach de la Faye war ein reiner Luftkalkmörtel aus eingesumpftem Kalk und Sand, dem als Besonderheit 1/3 ungelöschter gepulverter Kalk untergemischt wurde. Vorrangig war hier das schnelle Erstarren als Kriterium für die Zuordnung zum Wassermörtel.⁷⁰⁹

Basis des Lorientischen Mörtels war ein Gemisch aus eingesumpftem Luftkalk, Ziegelmehl und Sand. Kurz vor Verarbeitung wurde ungelöschtes Luftkalkpulver hinzugefügt.⁷¹⁰ Die angenommene „Erhärtung“ als angenommene Festigkeit trat nach ca. acht Minuten ein.⁷¹¹ Die Lorientische Mörtelmischung war darüber hinaus Grundlage für weitere Mischungen, indem beispielsweise rohe Kalkstücke, Öl, künstliche und natürliche Puzzolane⁷¹² oder Kohlenstaub⁷¹³ zugesetzt wurden. Solche Mischungen gingen in Kittrezepturen über. Neben der Wertschätzung als Wassermörtel,⁷¹⁴ dem die Eigenschaft einer Sperrschicht bzw. eines Wasserkittes zugeschrieben wurde,⁷¹⁵ führte die Wärmeentwicklung während des Anmischens zu der Vorstellung, den Mörtel auch bei Frost verarbeiten zu können.⁷¹⁶ In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. schlug die positive Bewertung der Mörtelmischung allmählich in eine ablehnende um.⁷¹⁷ Die Ursachen waren nicht so sehr die Mörtel-eigenschaft als die mühsame und gesundheitsgefährdende Verarbeitung.⁷¹⁸ Zur Mitte des 19. Jh. wurde die Lorientische Mörtelrezeptur bedeutungslos.⁷¹⁹

SPARKALKE

Die sogenannten „Sparkalke“⁷²⁰ stellten während des 18. Jh. und des frühen 19. Jh. immer einen preisgünstigen Ersatz für Kalkmörtel dar. Den Sparkalken haftete in der Regel etwas Minderwertiges an,⁷²¹ ohne dass dabei geklärt war, um welche Bindemittel es sich definitiv handelte und welche Eigenschaften der Mörtel aufwies. Die jeweiligen Zusammensetzungen waren örtlich und zeitlich sehr verschieden.⁷²² Die märkische Bauverwaltung suchte den Einsatz der als äußerst negativ beurteilten Sparkalke in der zweiten Hälfte des 18. Jh. durch das „Mandatum des Gouvernements und Policei Directorii vom 21. Nov. 1754“ zu unterbin-

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

den.⁷²³ Dabei wurde beispielsweise mit Abriss der Bauteile gedroht, die mit Sparkalk errichtet worden waren.⁷²⁴ Auch wurde in Vertragsvordrucken staatlich geförderter Bauvorhaben der Sparkalkgebrauch ausdrücklich untersagt.⁷²⁵ Sanktionen und Bauanleitungen, um Sparkalke nicht einzusetzen, existierten bis in die Mitte des 19. Jh. .⁷²⁶ Zugeordnet wurden den Sparkalken:

„Gestreckter Kalkmörtel“: ein eingesumpfter Luftkalkmörtel, der mit Sand stark gestreckt wurde.⁷²⁷

„Erd-Märgel“ oder gebrannter „Kalkmergel“.⁷²⁸ ein natürlicher hydraulisch erhärtender Kalkmörtel, der zusätzlich mit Luftkalk vermischt wurde. Bezogen auf die Sparkalkmischung wurde die schnell eintretende Mörtelsteifigkeit als negatives Erkennungsmerkmal herausgestellt,⁷²⁹ während sie gerade bei Gips oder den Wassermörteln wesentliches Indiz für Festigkeit und Wasserbeständigkeit war.

Gipshaltiger Kalk: ein kurzgebrannter gipshaltiger Kalk,⁷³⁰ der unmittelbar nach dem Brand verarbeitet werden musste.⁷³¹

Lehm-Kalkmörtel, ein Gemisch aus Lehm, Kalk und Sand, das nach Ansicht des Ober-Bau-Departements als der schlechteste aller Sparkalke anzusehen war,⁷³² so dass die Bauverwaltung einen reinen Lehmmörtel diesem Sparkalk vorzog.⁷³³ Ergänzt wurde die Lehm-Kalkmörtelmischung durch Spreu, beispielsweise Getreidespälze.⁷³⁴ Der Lehm-Kalkmörtel war während der zweiten Hälfte des 18. Jh. vor allem in den ländlichen Gebieten und den Kleinstädten der Mark schon aus finanziellen Gründen der am häufigsten verwendete Mörtel.⁷³⁵

3.1.3. MAUERWERKSVERBÄNDE

Da Ziegel während des 18. Jh. sehr kostbar waren und sich deren Preis durch den Transport zusätzlich erhöhte, wurden alle preiswerter verfügbaren Steine wie Abbruchmaterial und jeglicher nutzbare Ziegelbruch eingesetzt.⁷³⁶ Sofern ein Bauherr nicht über genügend Vermögen oder nicht über eine eigene Ziegelei verfügte, war er von den örtlichen Ziegeleien abhängig.⁷³⁷ Aufgrund der durchschnittlich schlechten Qualität neuer Ziegel dazu in uneinheitlichen Formaten und mit geringen Festigkeiten, standen während des 18. Jh. nur in Ausnahmen auch geeignete Steine für geordnete Mauerverbände zur Verfügung.

Ziegel und Ziegelbruch wurde vorzugsweise zu einem zweischaligen Mauerwerk verarbeitet, das mit sauberen Ziegelköpfen abschloss und äußerlich einem Binderverband glich, wenngleich eine Verbindung der beiden Mauerschalen nicht vorhanden sein musste. Ein solches Mauerwerk ist in Abbildung 26 abgebildet. Sowohl die hohen Materialkosten als auch die geringe Verfügbarkeit geeigneter Materialien zwangen dazu, soweit wie möglich bestehende Bauteile bei Umbauten, aber auch bei Neubauten mit einzubeziehen (Abb. 27).

Wenngleich das wachsende Interesse an geordnetem, stabilem Mauerwerk die Konstruktion der Mauern und Gewölbe seit dem 18. Jh. veränderte, so vollzog sich die Entwicklung zu geordneten Mauerwerksverbänden nur langsam. Mauerwerke mit Stärken von ein bis eineinhalb Steinlängen,⁷³⁸ (vgl. S. 176 ff.) ließen sich auch als gotischer Verband, notfalls auch als Läufer- oder Binderverband oder in einem ungeordneten Verband, halbwegs stabil herstellen. Sofern nicht besondere innere oder äußere Krafteinwirkungen zu erwarten waren, bestand keine zwingende Notwendigkeit, kleinere Bauwerke mit einem geordneten Mauerwerksverband aufzubauen. Anders verhielt es sich für Festungs- und Wasserbauwerke sowie Lagergebäude, die starken Lasten ausgesetzt waren. Hier wurden stabile und geordnete Mauerverbände aus hochwertigen Steinen und Mörteln angestrebt. Eine Grundforderung war:

„Die Steine müssen in wagerechten Lagen untereinander gelegt werden und jeder Stein muß insbesondere eine solche Lage erhalten, dass die aufwärtsgehenden Fugen (Stoßfugen) zweier aufeinander liegender Steine niemals aufeinander treffen.“⁷³⁹

Die stabilisierende Wirkung des Mauerverbandes wurde darauf zurückgeführt, dass sich der Verband auf den gesamten Mauergrundriss bezog und die einzelnen Steinschichten so zueinander angeordnet waren, dass die Stoßfugen auch im Mauerinneren versetzt wurden.⁷⁴⁰ Je häufiger die einzelnen Steinschichten wechselten, desto größer war die angestrebte Verzahnung. Da die Mörtelfuge in der Regel als der schwächste Punkt eines Mauerwerks angesehen wurde, war der Fugenteil auf ein Minimum zu reduzieren (vgl. S. 167 ff.). Um diesen Vorstellungen nahe zu kommen, eigneten sich gleichmäßige, quaderförmige Steinformate am besten. Die Länge der Steinformate entsprach zwei mal der Breite und einer Fugenbreite (vgl. S. 77 ff.). Damit war sichergestellt, dass mit einem quer angeordneten Stein zwei

längs ausgerichtete Steine und die dazwischen befindliche Mörtelfuge vollständig überdeckt wurden. Mit diesem Steinformat bzw. Teilen davon, den sogenannten „Quartieren“ oder „Quartierstücken“⁷⁴¹, ließen sich leicht geordnete und stabile Mauerverbände herstellen.⁷⁴² Die verschiedenen Quartierstücke sind in Abbildung 28 in Figur 94 dargestellt. Begrifflich wurden sie unterschieden in:

- „3/4 Quartiere“, d.h. dreiviertel lange Ziegel⁷⁴³ (B);
- „Kopfstück“⁷⁴⁴, „Kopfstein“⁷⁴⁵ oder „2/4 Quartier“⁷⁴⁶, d.h. halbe Steine (C);
- „Riemsteine“ oder „Petermännchen“, ein in der Längsrichtung halbiertes Steinformat⁷⁴⁷ (D bis F).

Zu kleine Quartierstücke wurden als zu „mager“⁷⁴⁸ bezeichnet. Die Ziegelquartiere wurden von den Maurern mit einem Hammer vor Ort durch „Schnäbeln“⁷⁴⁹ je nach Bedarf zugehauen. Lehmputzen ließen sich nicht verhauen, sondern nur sägen, so dass entweder auf Lehmsteine oder Ziegel ausgewichen werden musste⁷⁵⁰ oder gleichzeitig 5% der Steinmenge als Quartierstücke ohne pflanzliche Zusätze produziert wurden.⁷⁵¹ Der Gesamtanteil der Quartiere war auf das Notwendigste zu reduzieren, um die Mauerstabilität nicht unnötig durch zu kleine Steine zu gefährden.⁷⁵² Das auf die Verbandsmauerwerke abgestimmte Steinformat erlaubte unter Berücksichtigung eines definierten Verbandsrhythmus Gebäudegrundriss und Aufriss in Modulraster aufzuteilen, was in der ersten Hälfte des 19. Jh. insbesondere für ziegelsichtige Bauwerke angewendet wurde.⁷⁵³ Für die neueren Module waren technische Aspekte, während bei älteren Modulen gestalterische Proportionsregeln ausschlaggebend.

Für alle Mauerverbände war die Steinanordnung, einerseits als Binder quer und als Läufer parallel zum Mauerverlauf maßgeblich. Die Binder wurden als „Kopfziegel“, „Strecker“ oder „Kopfstein“⁷⁵⁴ bezeichnet, denen schon bei den Schalenmauerwerken für die Verankerung der Schalen im Mauerwerk eine größere Bedeutung als den Läufern zu kam.⁷⁵⁵ Die heute gebräuchliche Bezeichnung als Binder verbreitete sich erst Ende des 18. Jh.⁷⁵⁶ Ähnlich verhielt es sich mit der begrifflichen Entwicklung der Läufer, die während der zweiten Hälfte des 18. Jh. als „Breitziegel“, „Clezoor“, „Langbünde“⁷⁵⁷ oder als „Läufer“⁷⁵⁸ bezeichnet wurden. Die Läufer wurden daneben auch als Steine umschrieben, die „auf dem langen Wege gemauert“⁷⁵⁹ wurden. Die als Läuferverband errichteten Mauerwerke wurden als „Laufschichtarbeit“⁷⁶⁰, „Clisoorverband“⁷⁶¹ oder „Längsverband“ und bezogen auf Ziegel als „Breitziegelarbeit“⁷⁶² bezeichnet. Der Bezeichnungen „Läufer- oder Laufschicht“⁷⁶³ bzw. „Läuferverband“⁷⁶⁴ verbreitete sich zu Beginn des 19. Jh.

Binder oder Läufer konnten nun auf die breite Seite, „auf den breiten Weg“⁷⁶⁵, wie in Abbildung 29, Figur 3 dargestellt, gelegt werden. Gleichberechtigt daneben konnten die Steine auch „auf den hohen Weg“⁷⁶⁶, die „hohe Kante“⁷⁶⁷, „auf die viertel Elle“⁷⁶⁸ oder „auf den kurzen oder schmalen Weg gemauert“⁷⁶⁹ sein. Eine solche Anordnung ist in Abbildung 29, in Figur 2 zu sehen. Sie wurde häufiger für Gefache und Schornsteine angewendet (vgl. S. 254). Die sichtbaren Steinflächen in der Mauer wurden als „Haupt“(stehender Läufer),



Abb.26 Grohmannstraße 7, Berlin-Mitte. Die Grenzwand zwischen zwei städtischen Häusern wurde aus ganzen und gebrochenen Ziegel unterschiedlicher Qualität in einem unregelmäßigen Verband erstellt. Äußerlich stellte sich das Mauerwerk dar, dass einem ungeordneten Binderverband ähnelt.



Abb.27 Kirche (mittelalterl. u. 1697-98), Prötzel, Landkreis Märkisch Oderland, Amt Barnim-Oderbruch. Für den Kirchenumbau wurden bestehende Wandpartien sowie Abbruchmaterial materialsparend eingesetzt. Bestehende Mauerpartien wurden nach Erfordernis verstärkt oder abgeschlagen.

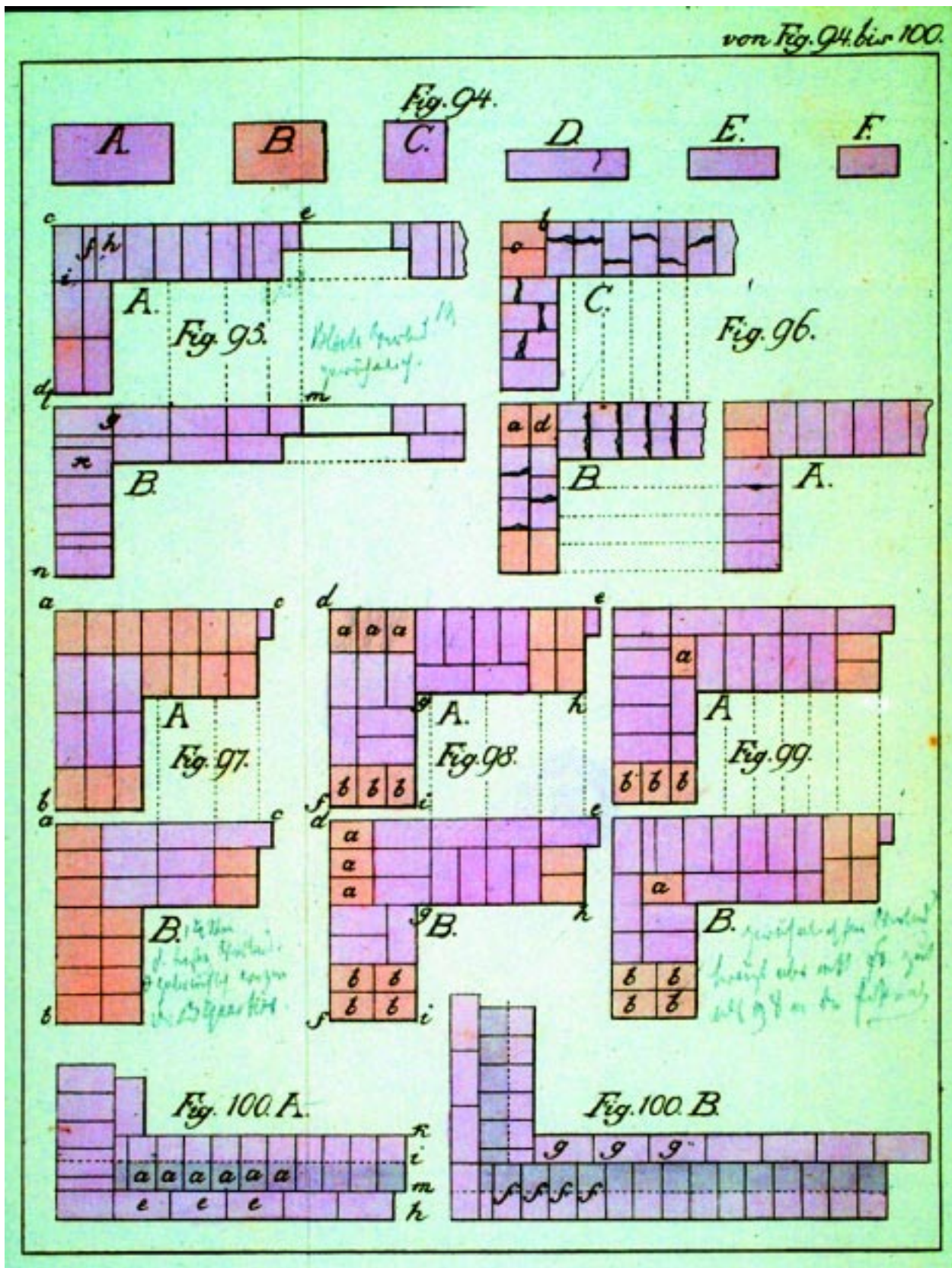


Abb. 28 Gilly 1797. Bd. 1. Tafel. Fig. 94-100. Bezeichnung der Ziegelteilstücke „3/4 Quartiere“ (Figur B); „Kopfstück“, „Kopfstein“ oder „2/4 Quartier“, halber Stein (Figur C); dreiviertel lange Ziegel (Figur D); „Riemsteine“ oder „Petermännchen“, Steinformat, das in der Längsrichtung halbiert ist (D bis F). Hauptaugenmerk bestand in der Mauerwerksanordnung darin die Steine in horizontalen Schichten möglichst so anzuordnen, dass die Stoßfugen jeder Steinschicht unterbrochen waren.

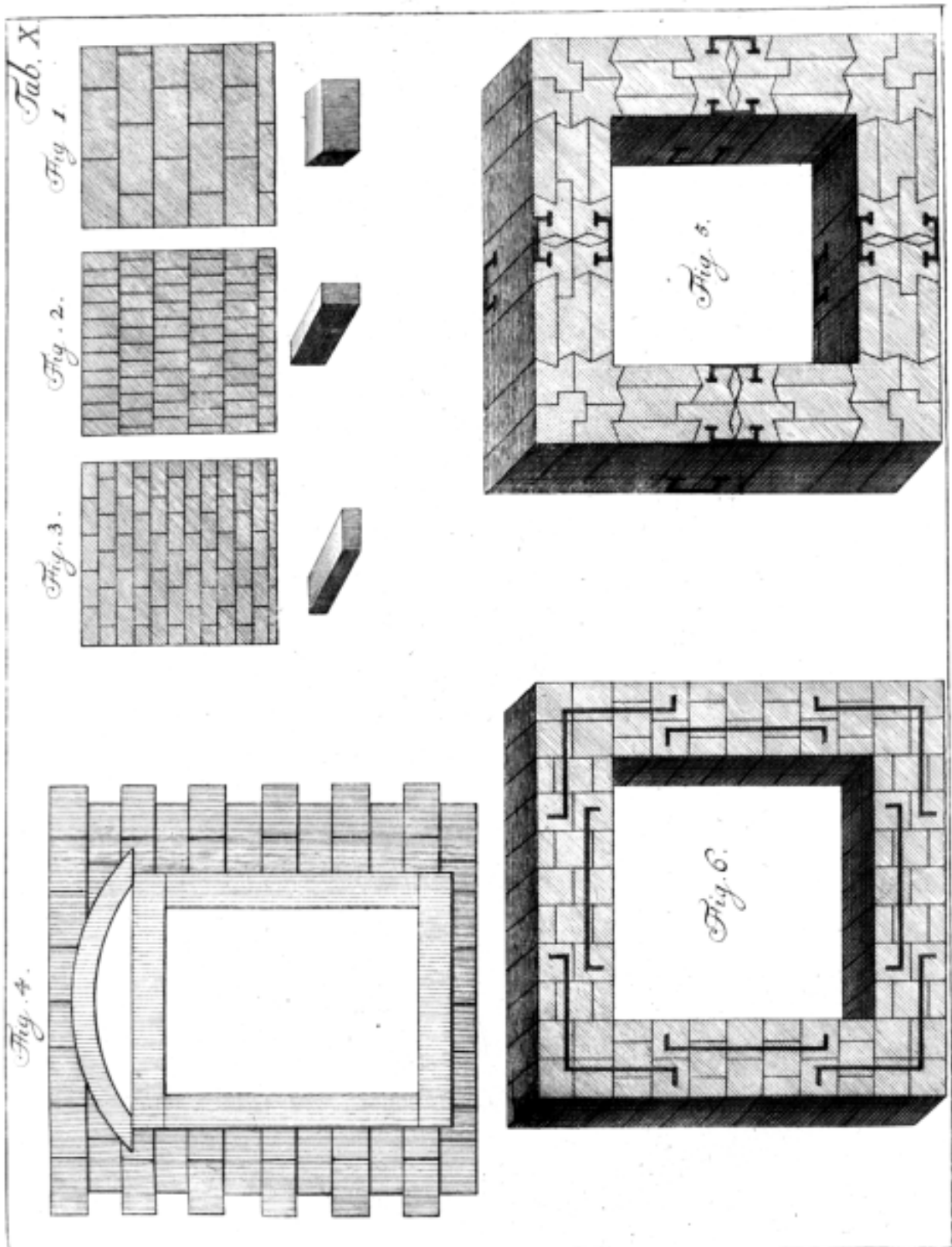


Abb.29 Angermann 1766. Tafel. X. Läufer oder Binder konnten „auf den breiten Weg“ (Figur 3) gelegt werden. Steine „auf den hohen Weg“, die „hohe Kante“, „auf die viertel Elle“ oder „auf den kurzen oder schmalen Weg gemauert“ sind in Figur 2 dargestellt. In Figur 6 wird ein bewehrtes Mauerwerk abgebildet.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

„Kopf“ (Binder) oder „Stirn“⁷⁷⁰ (liegender Läufer) bezeichnet. Ein wichtiger Aspekt geordneter und stabiler Mauerwerke bestand darin, die Steinschichten horizontal auszurichten. Wurde darauf verzichtet, dann waren mindestens einzelne Mauerabschnitte abzugleichen. Einigen Steinschichten kamen innerhalb der Mauerwerke besondere Funktionen zu. So wurden gerade bei älteren Mauerwerken vor 1700 gleichmäßige Binderschichten als Abgleichschicht angelegt. Am Sockelmauerwerk der Außenwände des Guthauses Münchehofe, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schenkenländchen, ist dies heute noch zu sehen. Anstelle der Binderschichten wurden während des 18. Jh. verstärkt die ebenfalls bekannten „Rollschichten“⁷⁷¹ oder „Rollager“⁷⁷² eingesetzt. Die auf die „hohe Kante“⁷⁷³ gestellten Ziegel brachen nicht so schnell heraus und garantierten witterungsbeständigeren Mauerabschluss,⁷⁷⁴ weshalb sie als Abschluss freistehender Mauern⁷⁷⁵ und Brüstungsmauern zunehmend eingesetzt wurden. Beispielsweise schließen alle Brüstungen der Rückfassade des Gebäudes, Brandenburger Straße 37 in Potsdam (1776), mit einer Rollschicht ab. Die Rollschichten verhinderten gleichzeitig ein Ausbrechen in Folge von Lasteinwirkungen, so dass sie für Mauerrücksprünge, unter Mauerlatten, Balkenauflagern, bei Fundamenten, Sockeln⁷⁷⁶ usw. eingesetzt wurden. Zufällige Beispiele sind der Mauerrücksprung zwischen Erd- und Obergeschoss als Auflager für die Mauerlatten der Deckenbalken des Seitenflügels Neue Promenade 5, in Berlin-Mitte (ca. 1750), und die Rollschicht über den hölzernen Fensterzargen der Häuser im holländischen Viertel, in Potsdam (1732/42) sowie dem Schloss Stern, Kohlhasenbrücker Straße in Potsdam-Drewitz (1730/32) (Abb. 30). Die für die Rollschichten im holländischen Viertel verwendeten Ziegel unterscheiden sich zusätzlich in der Steinbreite. Sie sind mit 15,3 cm breiter als die übrigen Steine mit Breiten zwischen 12,0 bis 13,0 cm und entsprechen in etwa zwei Steinhöhen und einer Lagerfugenbreite.

FLECHTUNG

Um schräg verlaufende Mauerwerke, beispielsweise Giebel oder Stützmauern stabil abschließen zu können, wurden sogenannte Flechtungen angelegt. Im Niederländischen wurden sie als „Vlechtingen“ oder „Vlechtwerken“⁷⁷⁷ bezeichnet. Die Flechtung war ein schräg verlaufender verzahnter Mauerabschluss für Giebel, Böschungen oder schräge Mauerflächen, der im Unterschied zur einfachen Rollschicht eine größere Stabilität insbesondere für militärische Festungsstützmauern zugeschrieben wurde. Die Steinschichten der Flechtung waren orthogonal auf eine schräge Böschungs- oder Giebellinie ausgerichtet. In Dreiecken mit Breiten von etwa sieben bis zehn Steinschichten wurden sie mit den angrenzenden horizontal ausgerichteten Mauerwerksschichten verzahnt. Die horizontalen Mauerwerksschichten näherten sich am Rand der Zwickel der Mauerkante bis auf halbe Steinlänge, der abschließenden Rollschicht,⁷⁷⁸ die in ihrer Herstellung aufwendig waren. Ihre Beständigkeit vor allem gegenüber Kanonenbeschuss war wegen des instabilen Übergangs von schrägen in horizontale

Steinschichten allerdings sehr umstritten.⁷⁷⁹ Eindringendes und auffrierendes Wasser stellte jedoch durch Frostsprengungen den größten Nachteil der Flechtungen dar.⁷⁸⁰ Ein großer Vorzug der Flechtungen bestand insbesondere bei Stützmauern darin, die Ziegel der geböschten Ebene nicht gesondert bearbeiten zu müssen.⁷⁸¹ Die Flechtungen wurden sowohl konstruktiv als auch gestalterisch eingesetzt. Beispiele sind der rückwärtige Giebel des Schlosses Stern, in Potsdam-Drewitz (1730/32) (Abb. 30) und der Giebel eines Gebäudes des Holländischen Etablissement im Neuen Garten in Potsdam (1789/90).

STROMSCHICHTEN

Spätestens seit dem letzten Drittel des 17. Jh. wurden „Stromschichten“⁷⁸² als besonders stabiles, erschütterungsbeständiges und auch wasserdichtes Mauerwerk angeführt.⁷⁸³ Damit wurden Ziegelschichten beschrieben, die im Mauerwerk in Winkeln von 45° oder 60° sowohl links als auch rechts gedreht zwischen ansonsten orthogonal oder parallel ausgerichteten Schichten angeordnet wurden, so wie sie in der Abbildung 31, Figur 122 C., D., E. und F. zu sehen sind. Um die schräg angeordneten Steinschichten herstellen zu können, wurden übliche Ziegel im Winkel von 45° oder 60° zu sogenannten „Kamp-“, „Schmiege-“ oder „Spitzziegeln“⁷⁸⁴ abgeschrägt, die gleich in den Ziegeleien produziert wurden. Die so hergestellten Stromschichten wurden auch als „Strom-“, „Spitz-“, „Schmiege-“, „Kamp-“, „Stern-“ und „Kreuzlage“⁷⁸⁵ bezeichnet und mit orthogonal ausgerichteten Ziegelschichten, vor allem den als stabiler eingestuften Binderschichten⁷⁸⁶ zu einem sogenannten „Festungs-“, „Netz-“, „gedrehten Verband“ oder auch „besonderen Kreutzverband“⁷⁸⁷ kombiniert, wodurch ein besonders stabiles Mauerwerk aus fünf bis zu acht unterschiedlichen Ziegelschichten entstand.⁷⁸⁸ Ende des 18. Jh. wurden die Stromschichten den Niederländern als Erfindung zugeschrieben,⁷⁸⁹ wenngleich auch in Italien Anfang des 19. Jh. vergleichbare ältere Mauerwerke entdeckt wurden.⁷⁹⁰

Die Stromschichten waren einerseits selbst begrenzende Maueroberfläche,⁷⁹¹ andererseits wurden sie in einen äußerlich begrenzenden Block- oder Kreuzverband im Sinne einer Verkleidung eingebunden.⁷⁹² Beispiel für die Kombination der Stromschichten mit einem äußerlich begrenzenden Kreuzverband ist das Mauerwerk der Salvator-Bastion der Zitadelle in Jülich (Nordrhein-Westfalen), erbaut ca. Mitte des 16. Jh.⁷⁹³ In der Mitte des 18. Jh. war die Verbandverkleidung umstritten, da sich durch den Kanonenbeschuss von Festungsbauten die Verkleidung vom Mauerkern löste.⁷⁹⁴ Stromschichten wurden Ende des 18. Jh. vorzugsweise für Festungsbauwerke und Wasserbauwerke,⁷⁹⁵ aber auch für zu verstärkende Mauern⁷⁹⁶ in Erwägung gezogen. Ein Mauerwerk aus Stromschichten wurde Ende des 18. Jh. für die Errichtung der Schleusenbauten des Brombergischen Kanals eingesetzt.⁷⁹⁷ Ab den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden die Stromschichten auch als Mauerwerk für belastete Mauerpfeiler genutzt. Äußerlich konnte der Pfeiler durch einen Läuferverband verkleidet sein.⁷⁹⁸



Abb.30 Schloss Stern (1730/32) Kohlhasenbrücker Straße in Potsdam-Drewitz, Der Fenstersturz schließt mit einer Rollschicht ab. Das schräg abschließende Giebfeld ist als Flechtung ausgebildet. Dazu werden Steinschichten orthogonal zur beabsichtigten Schräge ausgerichtet, die sich in wiederholenden Abständen in das horizontal aufgebaute Mauerwerk eingreifen.

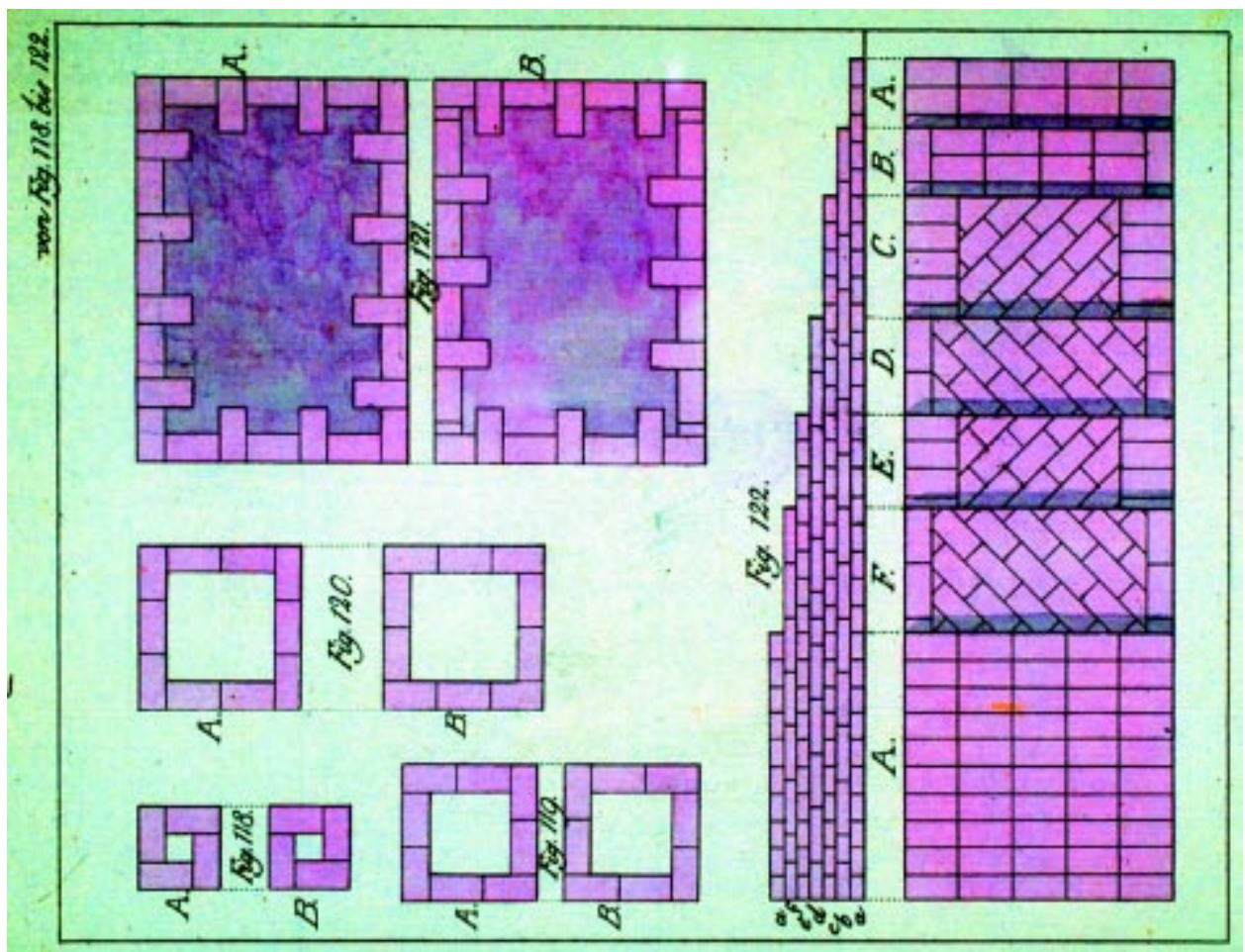


Abb.31 Gilly 1797. Bd. 1. Tafel. Fig.118-122. Durch sogenannte Stromschichten, schräg angeordnete Ziegelschichten in Figur 122 ließ sich die Zahl unterschiedlicher Ziegelschichten und damit die angenommene Festigkeit erhöhen. In Figur 121 ist ein gotischer Verband dargestellt, wie bei mittelalterlichen Schalenmauerwerke entdeckt wurde.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN



Abb.32 Burg Horst, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Heiligengrabe-Blumenthal, Dargestellt ist ein Mauerquerschnitt, der durch Ziegelschalen im gotischen Verband begrenzt ist. Der Mauer Kern besteht aus geschichteten in Mörtel verlegten Feldsteinen.

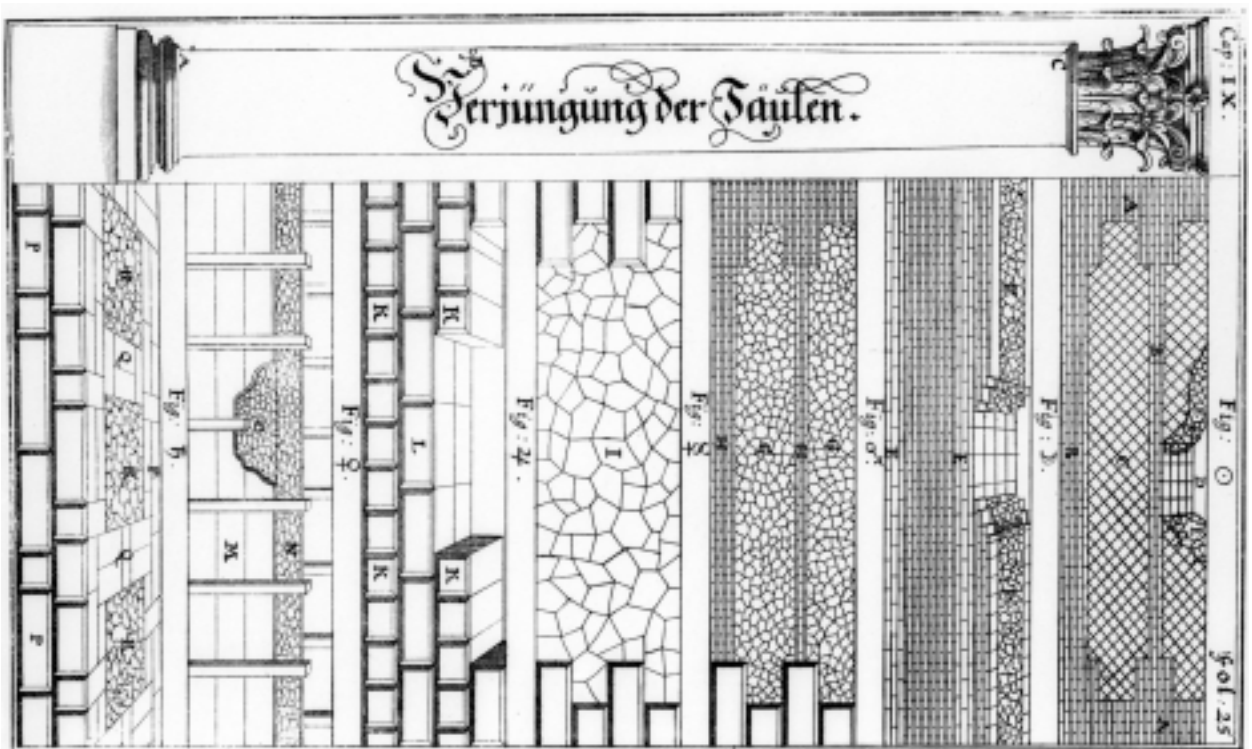


Abb.33 Boeckler, 1698 Folio 25. In Figur h ist ein Hohlmauerwerk dargestellt, dessen Hohlräume verfüllt sind. Auffällig ist, dass die Binder der Mauerschale nicht unmittelbar mit den Mauersteinen im Kern verbunden sind.

GOTISCHER VERBAND

Charakteristisch für Mauerwerksverbände waren zu einander versetzte Steinschichten oder die Kombination verschiedener Steinschichten. So entstanden zum Beispiel Läufer- und Binderverbände durch die versetzte Anordnung an sich gleichartiger Steinschichten.

Genauso verhielt es sich mit der als gotischen Verband bezeichneten Steinanordnung. Kennzeichnend war der Wechsel von Läufern und Bindern in einer Schicht. Durch den Binder war die äußere Mauerschale in den Mauerkern eingebunden.⁷⁹⁹ Eine solche Anordnung beschrieb Vitruv als griechisches Mauerwerk.⁸⁰⁰ Bei mittelalterlichen und frühen neuzeitlichen Mauerwerken lassen sich solche Mauerwerke mit unterschiedlicher Folge von Bindern und Läufern je Schicht finden. Beispiele sind das Kloster in Chorin (13. und 14. Jh.), die Stadtmauer der Stadt Beeskow (14. Jh.) oder die Siechenkapelle Laurentius Siechenstraße in Neuruppin (15. Jh.). Gotische Verbände wurden als Schalen von Schalenmauerwerken eingesetzt, wie sich an dem Mauerquerschnitt der Burgruine in Horst, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Heiligengrabe-Blumenthal, in Abbildung 32 deutlich ablesen lässt. Grundrisse der als Mauerschale versetzten Steinschichten sind in Abbildung 31 in Figur 121. dargestellt. Die Schale ist im Bereich der Läufer nur eine halbe Steinlänge stark.

Ende des 18. Jh. scheint der gotische Verband in seiner zivilen Anwendung als Mauerschale weitgehend in Vergessenheit geraten zu sein. David Gilly wurde durch Untersuchungen an der Marienburg in Westpreußen auf den gotischen Verband aufmerksam und empfahl ihn wegen der Verankerung durch die Binder mit dem Mauerkern anstelle eines Läuferverbandes für Schalenmauerwerke.⁸⁰¹ In der Mitte des 18. Jh. wurde er als „Clisoorverband“⁸⁰² beschrieben, während er Ende des 18. und verstärkt im 19. Jh. als „gotischer“ oder „polnischer Verband“⁸⁰³ bezeichnet wurde. Der gotische Verband erhielt in der ersten Hälfte des 19. Jh. bei Natursteinbekleidungen und mehrschaliger Mauerwerke eine neue konstruktive Bedeutung (vgl. S. 138 ff.), zum anderen erfuhr der gotische Verband durch das größere Interesse an mittelalterlichen Bauwerken eine eigene gestalterische Bedeutung. In Abhängigkeit des jeweiligen Wechsels von Bindern und Läufern wurde der gotische Verband uneinheitlich bezeichnet, unter anderem auch als „wendischer Verband“⁸⁰⁴.

HOHLMAUERWERKE

Dem gotischen Verband äußerlich identisch war die sichtbare Mauerfläche eines von Georg Andreas Boeckler Ende des 17. Jh. veröffentlichten Hohlmauerwerks, das er von Andrea Palladio übernommen hatte.⁸⁰⁵ Das Mauerwerk ist in Abbildung 33, Figur h dargestellt. Im Unterschied zu dem zuvor behandelten gotischen Mauerverband handelt es sich nicht um ein Schalenmauerwerk, sondern um ein Hohlmauerwerk, bei dem die beiden äußeren Mauerschalen in regelmäßigen Abständen durch Quermauern (mit Q markiert) zu einem Hohlmauerwerk verbunden sind. Hohlmauerwerke wurden unter anderem als durchgängige Hohlräu-

me zur Belüftung, aber auch als Treppenanlagen angeführt.⁸⁰⁶ In der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden Hohlmauerwerke vor allem wegen ihrer materialsparenden Vorzüge und der größeren Standsicherheit im Vergleich zu Schalenmauerwerken angeführt.⁸⁰⁷ Zum Teil wurden Hohlmauerwerke für jeden Zweck als geeignet angesehen. Danach wurden Röhren in Hohlmauerwerken zur Gebäudebelüftung genutzt, die im Sommer geöffnet und im Winter geschlossen wurden.⁸⁰⁸ Den Hohlmauerwerken kam eine präventive Funktion gegen Feuchtigkeit, sowie ein beschleunigtes Trocknen zu.⁸⁰⁹ Das schnellere Trocknen wurde mit einer schneller erzielten Mauerfestigkeit gleichgesetzt.⁸¹⁰ Bis in das 19. Jh. wurden die konstruktiven Hohlräume als Räume für Wandschränke und Kästen benutzt.⁸¹¹ Standsicherheit und Materialeinsparung blieben als wesentliche Vorzüge der Hohlmauerwerke gegenüber massiven Mauerwerken in der zweiten Hälfte des 18. und der ersten Hälfte des 19. Jh. bestehen.⁸¹² Zur Herstellung waren verschiedene Mauerverbände denkbar. Beispielsweise wurden drei unterschiedliche Verbände für Hohlmauerwerke vorgeschlagen, die in Abbildung 34 dargestellt sind. Sie unterscheiden sich erheblich zu dem von Boeckler angeführten Hohlmauerwerk mit ihren geringen Mauerstärken von eineinhalb Steinlängen. In Abbildung 34, Figur F. XI. sind zwei Mauerschalen eines gotischen Verbandes gegeneinander gesetzt, so dass die Binder mit einander verzahnt sind. Ein weiterer zweischichtiger gotischer Verband für ein Hohlmauerwerk, in Figur F. XIII., unterscheidet sich dadurch, dass die Binder nicht auf die breite Seite, sondern auf die schmale Langseite gelegt und die Läufer gedoppelt sind. Der in Figur F. XV. dargestellte Verband für ein Hohlmauerwerk setzt sich aus vier Steinschichten zusammen. Die Quermauer beider Schalen ist hier eine Steinlänge breit. Zusammengesetzt wird das Mauerwerk aus zwei gespiegelten Schichten mit einem Wechsel von Läufer und Binder sowie zwei zueinander versetzten Läuferschichten.

Die Hohlmauerwerke wurden entweder mit minderwertigen Füllstoffen verfüllt⁸¹³ oder blieben zur Belüftung hohl. Um Luftröhren sicher herzustellen, wurde ein sogenanntes „Prisma“⁸¹⁴ in die Öffnung gesetzt und mit fortgeschrittener Herstellung hochgezogen. Im Sinne einer Bewehrung wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. vorgeschlagen, Hölzer einzusetzen.⁸¹⁵ Gegenüber den vollen Ziegelmauern wurden die Hohlmauerwerke in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in der Regel als schwächer eingestuft,⁸¹⁶ und letztlich den instabilen Schalenmauerwerken zugeordnet.⁸¹⁷ Um 1800 erhielten die Hohlmauerwerke Bedeutung, die zum einen ihre Ursache in den entdeckten antiken Hypocausten-Heizungen hatte⁸¹⁸ und zum anderen in der wachsenden Bedeutung dämmender und isolierender Mauerwerkseigenschaften, die zu mehrschaligen Mauerwerkskonstruktionen führten (vgl. S. 136).

Die Hohlmauerwerke wurden während des 18. Jh. und in der ersten Hälfte des 19. Jh. als „doppelter Verband“⁸¹⁹, „Rippwerk“⁸²⁰, „Schornsteinverband“⁸²¹, „Kastenmauern“⁸²², „doppelte Mauer“⁸²³ oder zusammengesetzte Mauer oder als Mauerwerk mit Röhren beschrieben.⁸²⁴ Belastete Mauerteile der Hohlmauerwerke oder Mauerecken sollten mit festeren

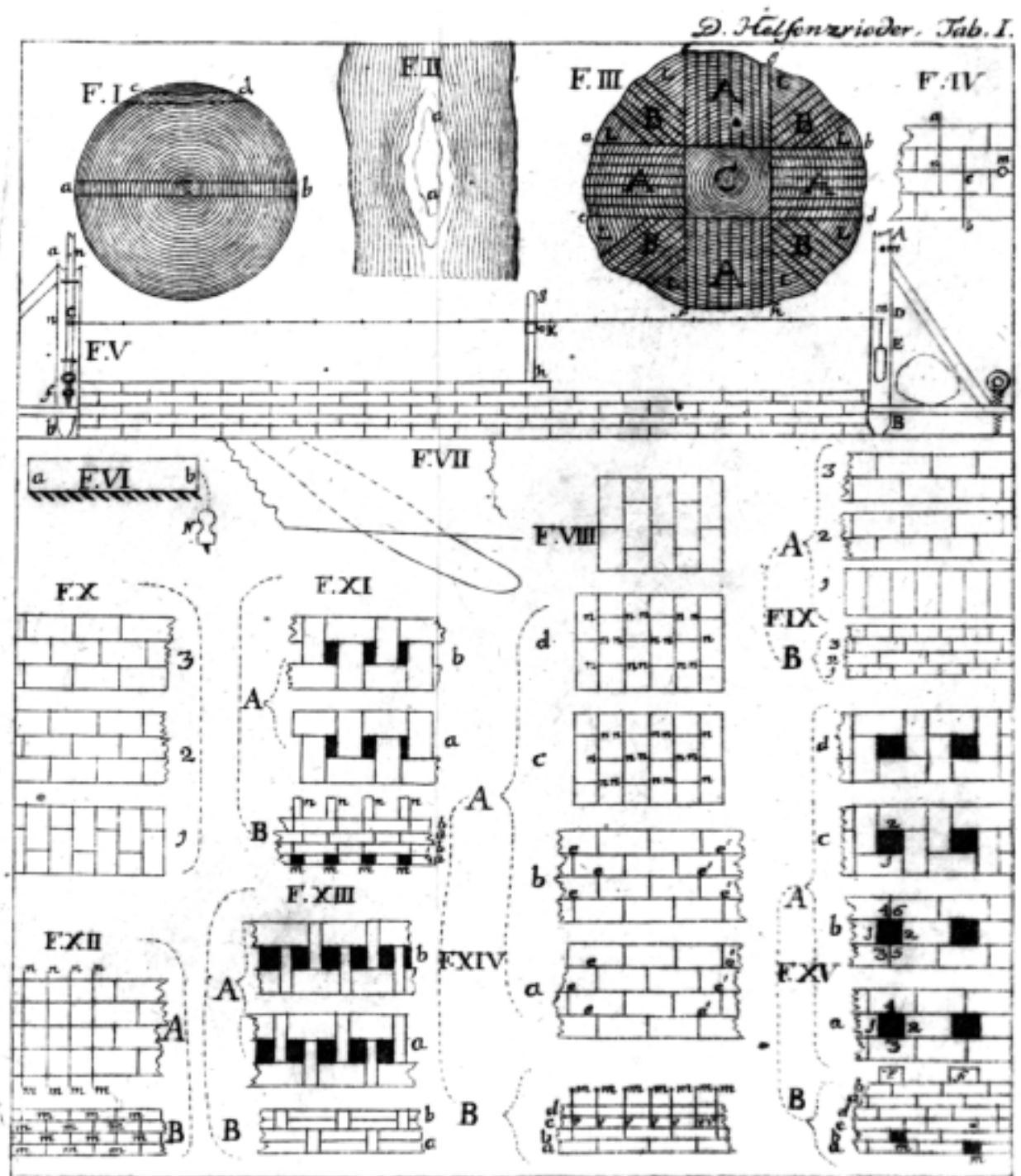


Abb.34 Helfenzrieder 1787. Tafel I.
Verschiedenartige Hohlmauerwerke sind in Figur
XI, XIII und XV dargestellt. Die Hohlmauer-
werke unterscheiden sich durch verschiedenartige
Steinanordnungen und Schichtfolgen.

Abb.35 Brandenburg, Kurstraße 18,
Die Grenzwand des zweigeschossigen Gebäudes
besteht aus unterschiedlichen Steinformaten, die
in unregelmäßigen Steinschichten aufgeschichtet
wurden. Aufgrund der großen Zahl an Binder-
köpfen ist von gebrochenen Ziegeln auszugehen.



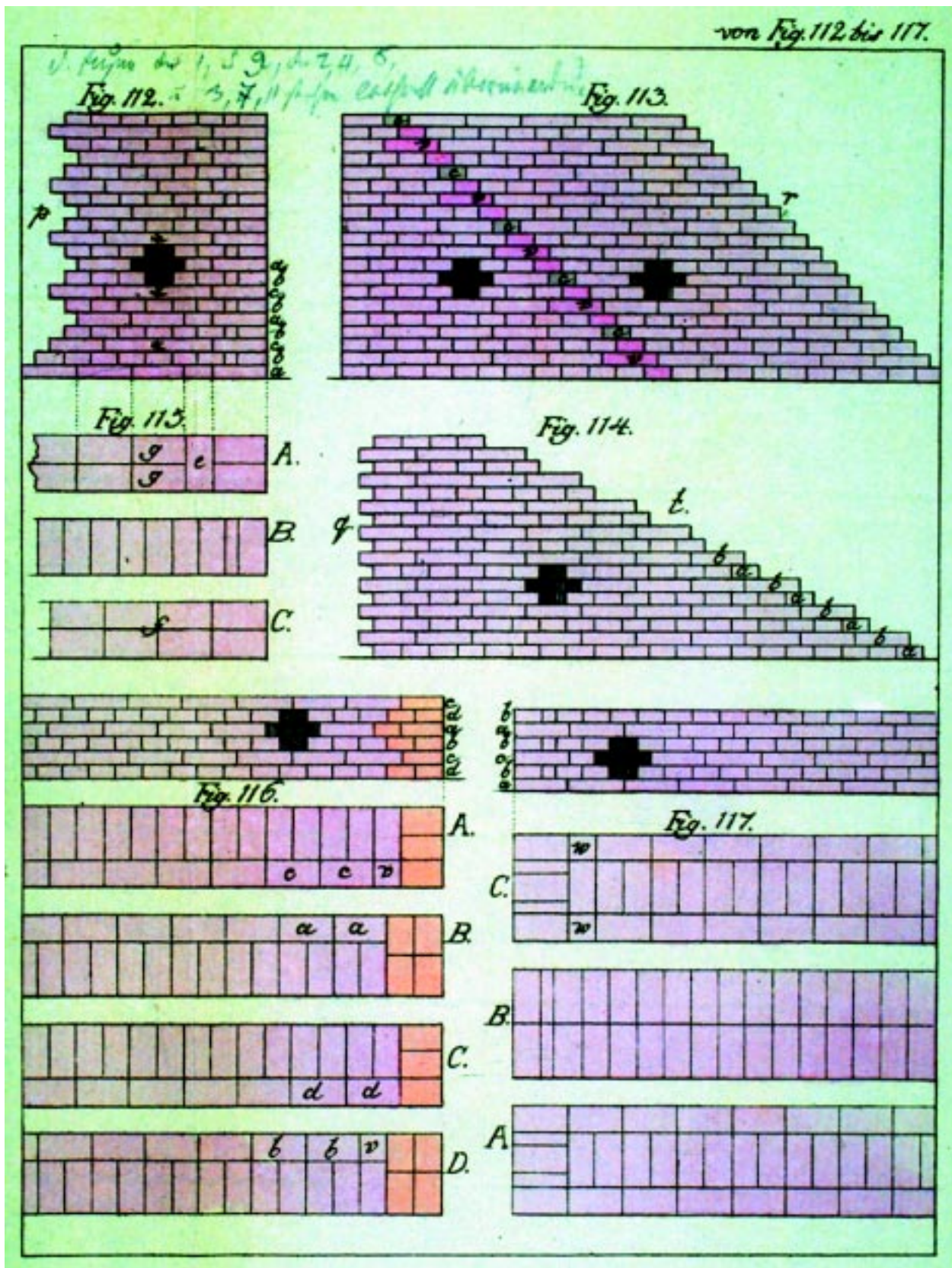


Abb.36 Gilly 1797. Tafel Figur 112-117. In Figur 114 ist ein Blockverband abgebildet, der durch eine Läufer- und eine Binderschicht gekennzeichnet ist, die sich regelmäßig wiederholen. Ein für die Ausführung wichtiges Merkmal sind die versetzt begonnenen Steinschichten, wie in Figur 114 durch a und b markiert. Der in Figur 113 auf der rechten Seite dargestellte Kreuzverband ist aus drei Steinschichten aufgebaut (Figur 115 A, B, und C). Der Unterschied zum Blockverband besteht in einer zusätzlichen Läuferschicht, die zur ersten um eine halbe Steinlänge verschoben ist. Für die Herstellung bedeutsam ist, dass der Kreuzverband gleichmäßig, so wie in Figur 113, markiert durch r, abgetreppet wird. Bezeichnet wurde der Kreuzverband durch ein Kreuz, das oben und unten durch eine Stoßfuge begrenzt wird. Die Fugen sind in Figur 112 mit einem X markiert. Aufgrund der häufiger versetzten Stoßfugen wurde dem Kreuzverband eine höhere Stabilität als dem Blockverband zugeschrieben. Während der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde der stabilisierende Schichtwechsel des Kreuzverbands durch Einfügen mehrerer Quartierstücke und Binder bis zu elf verschiedenen Steinschichten gesteigert.

Baumaterialien⁸²⁵ oder massiv ausgeführt werden.⁸²⁶ Die Ausführung von gleichmäßigen Hohlmauerwerken war in der ersten Hälfte des 19. Jh. jedoch noch selten⁸²⁷ und wurde vorrangig für Innenwände vorgeschlagen.⁸²⁸

In der Absicht, die Mauerstabilität über die gesamte Mauerbreite zu verstärken, wurden Hohlräume gotischer Mauerverbände mit Quartieren ausgefüllt.

BINDERSCHICHTEN

Neben solchen bis in das 19. Jh. angeführten Mauerwerken,⁸²⁹ erwies sich die Kombination verschiedener Steinschichten als vorteilhaft. Die wesentlich stärkere Unterbrechung der einzelnen Stoßfugen innerhalb solcher Verbände war für die angenommene Mauerstabilität vorteilhaft. Unter den einzelnen Steinschichten kam der bereits erwähnten Binderschicht ein sehr hoher Stellenwert für die Verbandsstabilität zu.⁸³⁰ In der Kombination eines gotischen Verbandes mit sich unregelmäßig wiederholenden Läufer- und Binderschichten, wie bei den inneren Kellermauerwerken des Neuen Palais in Potsdam-Sanssouci (1763/69), entstand ein stabileres Mauerwerk. Ein durch Binderschichten unterteilten gotischen Verband wird heute als „holländischer Verband“⁸³¹ bezeichnet. Eine weitere Kombination verschiedener Steinschichten waren die in Abbildung 34 in Figur F.IX. und F.X. in Grundrissen und Ansichten dargestellten Verbände für Mauerwerksbreiten mit ein und eineinhalb Steinlängen. Beiden Verbänden ist der Wechsel von zwei zueinander versetzten Läuferschichten und einer Binderschicht eigen. Ein solches Mauerwerk ließ sich an der Mittelwand im Erdgeschoss der rechten Gebäudehälfte Hermann-Elfleinstraße 10 in Potsdam (1733/40) nachvollziehen, wobei einschränkend angemerkt werden muss, dass der Anteil der gebrochenen Steine eine Zuordnung sehr erschwert. Gelegentlich wird dieser Verband heute als „englischer Verband“⁸³² oder „amerikanischer Verband“⁸³³ bezeichnet. In der bereits angeführten Abbildung 34 wird in Figur F. XIV. ein Mauerverband bestehend aus vier Steinschichten angeführt, der auf eine Mauerbreite von zwei Steinlängen ausgelegt ist. Dabei folgen zwei zu einander versetzte Läuferschichten zwei äußerlich identisch erscheinenden Binderschichten, die sich jedoch in ihrem Wechsel von zwei ganzen Steinen und einem ganzen Stein und zwei Quartieren im Mauergrundriss unterscheiden. Diese aus unregelmäßigen Steinschichten über die gesamte Grundfläche sich erstreckenden Mauerverbände waren während des 17. und 18. Jh. vor allem bei Privatbauwerken häufiger anzutreffen, wie in der Kurstraße 18 in Brandenburg (vermutlich Ende 17. Jh.) (Abb. 35). Die Mauern sind meist ein bis zwei Steinlängen breit.

BLOCK- UND KREUZVERBAND

Daneben wurden im letzten Drittel des 17. Jh. in der Mark auch geordnete Verbandsmauerwerke errichtet, die sich durch einen regelmäßigen Wechsel von Binder- und Läuferschichten auszeichneten. Beispiele sind das mit einem Kreuzverband ziegelsichtig ausgeführte Waisenhaus in Oranienburg (1675) (Abb. 92) oder das Schloss Stern in Potsdam-Drewitz (1730/32) (Abb. 30). Die für diese Gebäude verwendeten hochwertigen Ziegel sind gleichförmig und witterungsbeständig und stellen damit für den Zeitraum des letzten Viertel des 17. und auch für das 18. Jh. eine Ausnahme dar. Maßgeblich für Block- und Kreuzverband ist der regelmäßige Wechsel von Läufer- und Binderschichten. Der Binderschicht kam als sogenannter „Streckerschicht“⁸³⁴ zur Unterbrechung der Stoßfugen für die Stabilität bis ins 19. Jh. eine große Bedeutung zu. Beide Verbände wurden begrifflich bis in die Mitte des 19. Jh. kaum differenziert und gleichermaßen als „holländischer Verband“⁸³⁵ bezeichnet. Eine junge und etwas ungewöhnliche Umschreibung dafür ist die des „barocken Verbandes“⁸³⁶. Beide Verbände sind in Abbildung 36 aufgeführt. In Figur 114 ist ein Blockverband und in Figur 112 ein Kreuzverband in Grundriss und Ansicht zu erkennen.

Der Blockverband wurde von Palladio im 16. Jh. und Boeckler im 17. Jh. (Abb. 33, Figur*) ohne weitere Bezeichnung angeführt, wobei die Binder als „kleine Steine“ gegenüber den gleich groß erscheinenden Läufern, den „großen Steinen“, unterschieden wurden.⁸³⁷ Palladio entdeckte den Blockverband an der Tempelruine Mars Ultor in Rom. Ein Hinweis auf die Anregung für den Blockverband durch Palladio oder Boeckler fehlt allerdings während des 18. Jh. Als Erfinder des sogenannten „Blockverband“⁸³⁸, „stehenden“⁸³⁹, „wendischen“⁸⁴⁰, oder „Läufer- und Streckerverbandes“⁸⁴¹ wurden die Niederländer angesehen. Erst während des 19. Jh. wurde der Blockverband den antiken Mauerverbänden zugeordnet.⁸⁴²

Der Blockverband zeichnet sich durch einen gleichmäßigen Wechsel der Läufer- und Binderschichten aus. Im Unterschied dazu wird die sich wiederholende Läuferschicht für den „Kreuzverband“ zusätzlich um eine halbe Steinlänge versetzt, so dass der Kreuzverband aus drei „Verwechselungen“⁸⁴³ aufgebaut ist. Die drei Steinschichten sind in Abbildung 36, in Figur 112 mit A, B. und C. gekennzeichnet. In Figur 113 ist auf der linken Seite in der Fläche des Blockverbandes und auf der rechten Seite innerhalb des Kreuzverbandes schraffiert. Das schraffierte Kreuz des Kreuzverbandes wird oben und unten jeweils durch eine Stoßfuge der anschließenden Läuferschichten begrenzt, die in Figur 112 mit einem X markiert ist,⁸⁴⁴ während das Kreuz des Blockverbandes mittig auf die begrenzenden Läufer stößt. Aufgrund der häufiger versetzten Stoßfugen wurde dem Kreuzverband eine höhere Stabilität als dem Blockverband zugeschrieben.⁸⁴⁵ Während der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde der stabilisierende Schichtwechsel des Kreuzverbandes durch Einfügen mehrerer Quartierstücke und Binder bis zu elf verschiedenen Steinschichten gesteigert.⁸⁴⁶ Die dem Kreuzverband zugeschriebene stabilisierende Wirkung wurde während des 18. und frühen 19. Jh. so hoch einge-



Abb.37 Potsdam, Gutenbergstraße 95 (1736/37), Für den Verband über den gesamten Mauerquerschnitt wurden in der ersten Hälfte des 18. Jh. Viertelquartiere eingesetzt. Dieses Format wurde allmählich zugunsten dem Vielfachen einer halben Steinlängen aufgegeben.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN



Abb.38 Rathenow, Eingangsgebäude ev. Friedhof (1759). Der Gewölbebogen wurden durch Rollschichten erzeugt, deren Anzahl auf die angenommene Belastung abgestimmt wurde. Die preußische Bauverwaltung lehnte im letzten Drittel des 18. Jh. solche Kränze wegen des fehlenden Verbandes als instabil ab.

stuft,⁸⁴⁷ dass in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. die Vorstellung bestand, bei einem Kreuzverband eine festgelegte Mauerbreite um eine halbe Steinlänge verringern zu können.⁸⁴⁸ Bestimmendes Unterscheidungsmerkmal beider Verbände war jedoch das unterschiedliche Abtreppen der Ziegelschichten während der Herstellung. Der Kreuzverband wurde gleichmäßig um eine viertel Steinlänge so wie in Abbildung 36, Figur 113 (r) dargestellt, abgetrept,⁸⁴⁹ während beim Blockverband Sprünge von einer viertel und dreiviertel Steinlänge, wie in Figur 114 (t) zu sehen, wechselten.⁸⁵⁰

Kreuz- und Blockverband waren die einzigen bekannten Mauerverbände während des 18. und frühen 19. Jh., mit denen sich alle Mauerquerschnitte herstellen ließen, ohne dass Stoßfugen über zwei und mehr Steinschichten übereinander folgten.⁸⁵¹ Voraussetzung war lediglich, dass die Bauteilbreite dem Vielfachen einer viertel Steinlänge entsprach.⁸⁵² Einerseits um den Schichtwechsel herzustellen und andererseits um die äußere Mauerbegrenzung sicherzustellen, wurden in der Regel halbe und dreiviertel Quartiere genutzt.⁸⁵³ Auch wenn beide Verbände sich grundsätzlich auf den gesamten Mauerquerschnitt bezogen, wurden sie in der ersten Hälfte des 18. Jh. auch in Verbindung mit Schalenmauerwerken angeführt.⁸⁵⁴

Eng verbunden mit der angenommenen Stabilität des Kreuzverbandes war eine ästhetische Wertschätzung und nicht zuletzt eine geeignete Möglichkeit, die soziale Stellung ausdrücken zu können.⁸⁵⁵ Alle aufwendigen ziegelsichtigen Mauerwerke des 18. Jh. wie das Waisenhaus in Oranienburg (1675), (Abb. 92), oder die Gebäude des Holländischen Viertels in Potsdam (1736/42) wurden mit einem Kreuzverband ausgeführt. Selbst dort, wo aus wirtschaftlichen Gründen Ziegel nicht eingesetzt wurden, wurde ein Kreuzverband wie beim Neuen Palais (1763/69) oder dem Logierhaus in Bad Freienwalde (1788/91) außen aufgemalt. Für Gebäude, die während des 18. Jh. unter königlicher oder staatlicher Aufsicht als Putzbauten errichtet wurden, kam ein dem Block- oder Kreuzverband nahekommendes Mauerwerk zur Ausführung. Beispielsweise sind die Fassadenmauerwerke der verputzten Typenhäuser Gutenbergstraße Nr. 18 und Nr. 95⁸⁵⁶ in Potsdam (1736/1737) durch einen Wechsel von Läufer- und Binderschichten gekennzeichnet. Der verarbeitete Ziegelbruchanteil ist allerdings so hoch, dass sich damit kein geordneter Block- oder Kreuzverband herstellen lässt. Sowohl die rückwärtige Außenmauer des Gebäudes Lindenstraße 40-41 (1765), die Fassadenmauern Spornstraße 6 (1773), die Fassadenmauer Schwertfegerstraße 8 (1765), Mauerpartien in Erd- und Dachgeschoss des Neuen Palais in Potsdam (1763/69) oder die rückwärtige Außenwand des Armen- und Siechenhauses, Schifferstraße 2, in Neuruppin (um 1790), lassen sich trotz eines geringeren Ziegelbruchanteils mit den sehr unterschiedlichen Steinlängen weder einem Block- noch einem Kreuzverband zuordnen. Eindeutiges Merkmal ist der bestimmende Wechsel der Läufer- und Binderschichten.

Möglicherweise wurden die aus ungleichförmigen Ziegeln errichteten Mauerwerke mit einem Wechsel aus Binder- und Läuferschichten während des 18. und frühen 19. Jh. dem

Blockverband zugeordnet. Dafür spricht, dass der Blockverband in diesem Zeitraum das gebräuchlichste Mauerwerk gewesen sein soll,⁸⁵⁷ wenngleich er in der Form, wie er in den Beschreibungen und in Abbildung 36 angeführt wird, nicht anzutreffen ist. Die geringe Verbreitung des ansonsten hochgeschätzten Kreuzverbandes für durchschnittliche Mauerwerke wurde um 1800 und Anfang des 19. Jh. gerne den mangelhaften Kenntnissen der Bauhandwerker, als auch deren unterstellter Ablehnung zugeschrieben.⁸⁵⁸ Keine Erwähnung fand, dass sich mit stark gedrehten, unterschiedlich großen Ziegeln und mit hohen Bruchanteilen kein Kreuzverband herstellen lässt. Erst mit dem Angebot durchschnittlich gleichförmiger Ziegelformate in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. (vgl. S. 77) avancierte der Kreuzverband in der Mark zum ausschlaggebenden Mauerwerk. So wurde das als Putzbau konzipierte Gebäude in der Hermann-Elfleinstraße 31, in Potsdam (1831) in den sichtbaren Teilen aus einem geordneten, mit gleichförmigen Ziegeln aufgeführten Verband erstellt.

Je nach Geschoss ändert sich die Mauerstärke der Verbandsmauerwerke, so wie in dem Beispiel der zweigeschossigen Fassadenmauer Gutenbergstraße 95 in Potsdam (1736/1737) (Abb. 37). Die Breite im Erdgeschoss beträgt zwei Steinlängen, während sie im Obergeschoss eindreiviertel Steinlängen maß. Um den oberen Querschnitt aufmauern zu können wurden Viertelquartiere verwendet. Für die Fassadenmauer des Gebäudes Gutenbergstraße 25/ Ecke Jägerstraße (1733-1740, 1788) wurden ebenfalls Viertelquartiere eingesetzt. Das Viertelquartier wurde jedoch während des 18. Jh. zu Gunsten des Halbquartiers aufgegeben, so dass die Mauerbreite sich Ende des 18. Jh. verstärkt aus einem Vielfachen der halben Steinlänge ergab.

WÖLBUNGEN

Die stabiler eingestuft, geordneten Mauerwerksverbände galten auch als Möglichkeit, die Gewölbefestigkeit zu verbessern.⁸⁵⁹ Größere Bedeutung als bei den Mauern, kam der Fuge (Lagerfuge) für die Gewölbeherstellung durch antike und neuzeitliche Konstruktionsbeschreibungen und Gewölbetheorien für die Standsicherheit zu (vgl. S. 267, 270 ff.). Normalerweise wurden während des 18. Jh. keine keilförmigen Steine zur Gewölbeherstellung eingesetzt, obwohl keilförmige Gewölbesteine immer wieder als Voraussetzung für die Gewölbeherstellung angeführt wurden.⁸⁶⁰ Da diese Vorstellung noch in der zweiten Hälfte des 19. Jh. ihre Gültigkeit besaß, wurden vor allem für Sonderbauwerke wie Tunnelwölbungen, aber auch für militärische Anlagen die wesentlich teureren keilförmigen Steine gezielt hergestellt und verarbeitet. Angestrebt wurde, die Fugen der Gewölbeverbände möglichst dünn und gleichmäßig auszubilden,⁸⁶¹ Lagerfugen über die gesamte Gewölbetiefe bzw. Stärke nicht zu unterbrechen,⁸⁶² wohl aber die Stoßfugen.⁸⁶³ Die oberen taschenförmigen Fugen waren durch schmale Ziegel oder andere Steinstücke zu „verzwickeln“⁸⁶⁴, d.h. auszufüllen. In der Regel wurden für die Gewölbe hochwertig eingestufte Mörtel verwendet, so dass Lehm- und Spar-

kalkmörtel während des 18. und frühen 19. Jh. eher die Ausnahme bildeten⁸⁶⁵ und statt dessen Kalk- oder Gipsmörtel für die Ziegelgewölbe eingesetzt wurden.⁸⁶⁶ Gipsmörtel blieben in der Mark jedoch wegen der geringen Verfügbarkeit die Ausnahme (vgl. S. 63).

Entgegen der Gewölbetheorien, die in der Regel von einem Gewölbestein ausgingen, der in seiner Steinlänge der jeweiligen Gewölbestärke entsprechen sollte, (vgl. S. 277 ff., 289 ff.) wurden bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. insbesondere Mauerbogen aus verzahnten Steinschichten und sogenannten „Kränzen“⁸⁶⁷ angelegt. Solche geschichteten Mauerbogen wurden beispielsweise für größere Spannweiten und stärkere Stabilitätsanforderungen veranlagt. Steinlänge und Gewölbestärke waren dabei nicht identisch.⁸⁶⁸

Bei den verzahnten Bogenmauerwerken wechselten Läufer- und Binderschichten analog zu einem Blockverband. Die Bogenhöhe betrug meist eine Steinlänge, während sich die Bogenwölbungen mit Kränzen aus einzelnen Rollschichten zusammensetzen (Abb. 38). Die Kränze wurden je nach gewünschter Bogenstärke durch zusätzliche Rollschichten verstärkt. Bevorzugt wurde, eine Steinanordnung auf die schmale Langseite⁸⁶⁹ und nur selten auf die hohe Kante.⁸⁷⁰ Eingesetzt wurden die Kränze während des 18. Jh. für Maueröffnungen, aber auch für Gewölbe, beispielsweise für Brückengewölbe.⁸⁷¹

Im Verlauf der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden die Kränze durch den wachsenden Stellenwert der Mauerwerksverbände in ihrer Stabilität, insbesondere bei äußerlich einwirkenden Stößen und Erschütterungen, in Frage gestellt. Die einzelnen Kränze konnten sich von einander lösen und einen Einsturz oder mindestens eine Gewölbesenkung zur Folge haben.⁸⁷² Wegen des fehlenden Verbandes der einzelnen Schichten wurde Ende des 18. Jh. als mögliche Höchstbelastung die gleiche Last angesetzt, die für einen einzelnen Kranz angenommen wurde.⁸⁷³ Aufgrund der so eingeschränkten Belastbarkeit wurden Kränze ab dem letzten Drittel des 18. bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jh. auch zur Einsparung von Kalkmörtel zunehmend abgelehnt⁸⁷⁴ und sollten durch Keilsteine oder vor allem durch einen Bogenverband ersetzt werden.⁸⁷⁵ In der praktischen Umsetzung zeigte sich jedoch, dass der Mauerbogen im Verband mit größeren Spannweiten und höheren Lastanforderungen nicht mehr sinnvoll ausgeführt werden konnte. Bei Bogenstärken über zwei Steinlängen nahm der Fugenan teil erheblich zu, wodurch der Verband an Festigkeit verlor. Angeregt durch große antike Bogen wie die Ausmündung der Cloaca-Massima oder die Brückenbogen des Fabricius, der Ponte di Quattro Capi in Rom,⁸⁷⁶ aber auch durch Berichte über den Bau des Themse-Tunnels in London, erhielten konzentrische Ziegelschichten, d.h. die Mauerkränze, nun zur Herstellung stabiler Bogen und Raumgewölbe wieder neue Beachtung. Solche mehrschaligen Raumgewölbe wurden teilweise als „englische Wölbung“⁸⁷⁷ bezeichnet, und werden heute den zweischichtigen Gewölben bzw. zweifachen Wölbungen zugeordnet.⁸⁷⁸

Sobald Mauerbogen und stärkere Gewölbe mehr als ein oder zwei Steinlängen hoch ausgebildet werden sollten, wurden diese während der ersten Hälfte des 19. Jh. wegen des geringe-

ren Fugenanteils und der größer angenommenen Festigkeit als Kränze ausgeführt.⁸⁷⁹ Die erste größere konstruktive Umsetzung erfolgte in der Mark mit den vier Halbkreisbogen, über den Kreuzarmen der Nikolaikirche in Potsdam (1830-37). Jeder dieser Bogen setzte sich aus drei konzentrischen, untereinander geführten, aber nicht verzahnten Ziegelbogen zusammen.⁸⁸⁰ Ebenso wurden sowohl Bogen für die Berliner Bauakademie (1831/36),⁸⁸¹ das Neue Museum, Bodestraße in Berlin (1841/55) (Abb. 39), als auch Mauerbogen des Belvedere auf dem Pfingstberg in Potsdam (1847/63) als konzentrische Bogen ausgeführt.

Bis in die Mitte des 19. Jh. wurden unterschiedliche Bogenmauerwerke den jeweiligen Spannweiten zugeordnet. Für kleine Spannweiten genügte es, hochkant angeordnete Ziegel zu wölben. Bei Spannweiten durchschnittlicher Fenster- und Türwölbungen wurde ein Bogenverband mit einer Höhe von eineinhalb bis zwei Steinlängen als ausreichend angesehen, während bei größeren Spannweiten, beispielsweise für Tore und Durchfahrten die Bogenhöhe eineinhalb Steinlängen betragen sollte, und zusätzlich eine oder mehrere Rollschichten aufgelegt wurden⁸⁸² (vgl. S. 218 ff.). Diese Faustregeln behielten bis in das 20. Jh. ihre Gültigkeit.⁸⁸³

Während die Steinanordnung in der Seitenansicht für die Bogenmauerwerke in der Regel maßgeblich war, so war es die Deckenuntersicht bei den Raumwölbungen. Damit ließ sich das Gewölbemauerwerk mit einem Mauerwerk einer gebogenen Mauer vergleichen, die von der senkrechten in eine horizontale Achse gedreht wurde (vgl. S. 267). Entsprechend waren alle zuvor angeführten Mauerverbände auch auf die Gewölbe übertragbar. Die einzelnen Gewölbesteine wurden sowohl hochkant, auf die lange Schmalseite, als auch flachliegend angeordnet.⁸⁸⁴

Hochkant ausgerichtete keilförmige Werksteine oder mit einem Kalkmörtel verarbeitete Ziegel galten bis in das 19. Jh. als eine sehr stabile und dauerhafte Steinanordnung,⁸⁸⁵ nicht zuletzt weil Steinhöhe und Gewölbstärke identisch waren und damit den Gewölbetheorien entsprachen.⁸⁸⁶

Dennoch erwies sich das dreiviertel Quartier für die Gewölbeverbände ab dem letzten Drittel des 18. Jh. als vorteilhafter.⁸⁸⁷ Zum einen ließen sich die Mauerwerke in der Stärke je nach Bedarf leicht verstärken und Wölbung und Gurt leicht in einen Mauerverband einbinden (vgl. S. 313). Durch das dreiviertel Quartier war zudem sichergestellt, dass sich aus schwebendem Mauerwerk kein Stein herauslöste.⁸⁸⁸ Darüber hinaus erlaubte der Verband den Austausch einzelner Steine,⁸⁸⁹ ohne einen sofortigen Gewölbeeinsturz zu riskieren. Wesentliches Orientierungsmerkmal für die Gewölbemauerwerke war die Ausrichtung der Lagerfugen zur Gewölbeachse bzw. der einzelnen Gewölbeteile, wie den Kappen eines Kreuzgewölbes.



Abb.39 Neues Museum (1841-55) Berlin, Bodestraße. Um den Mörtelanteil bei großen Bogenwölbungen möglichst gering zu halten wurden in den ersten Jahrzehnten Ziegelbogen aus mehreren Kränzen ausgeführt.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

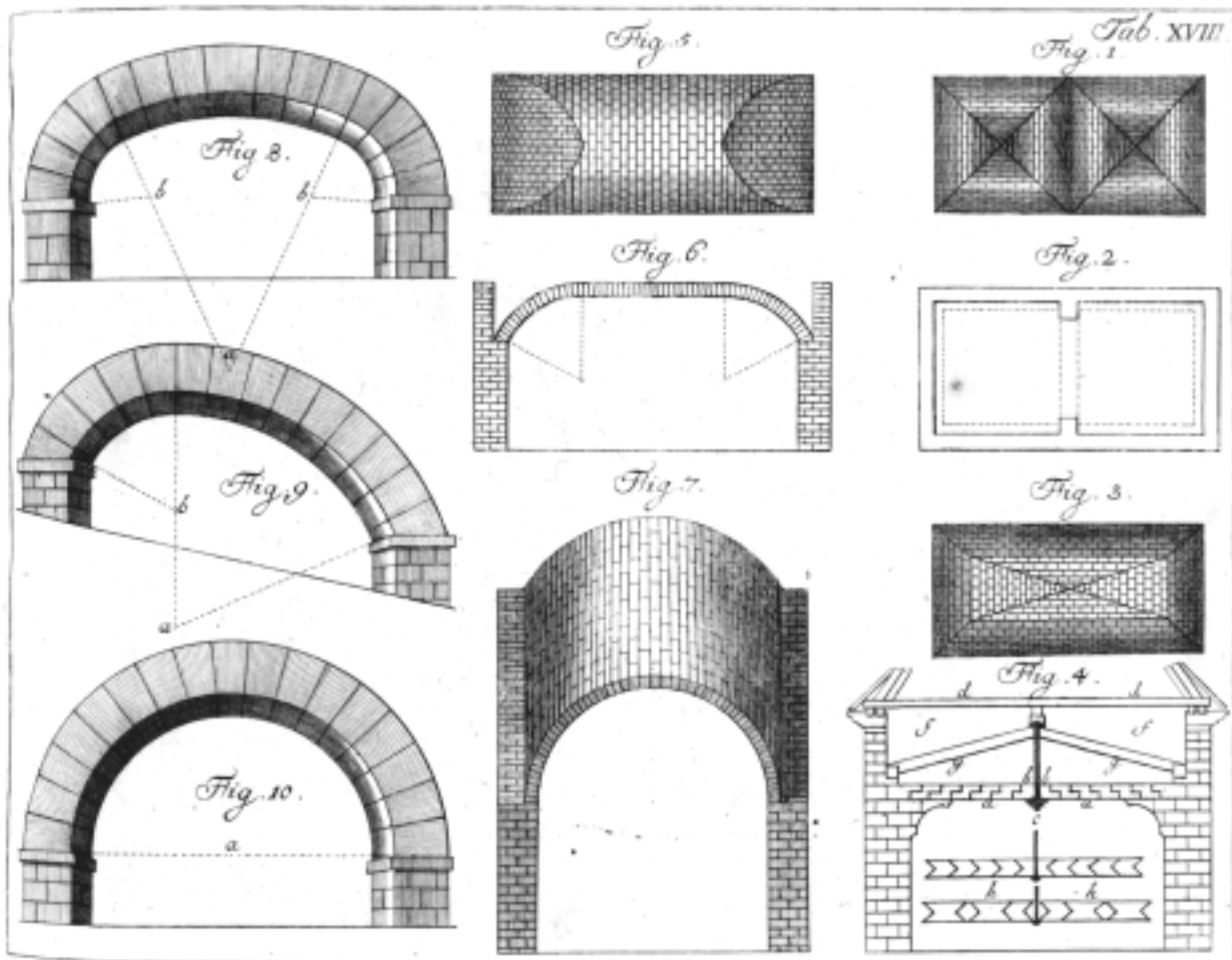


Abb.40 Angermann 1766. Tafel. XVIII. In Figur 5 ist der mittlere Teil des Tonnengewölbes mit stehenden Ringschichten gewölbt. Merkmal einer Wölbung stehender Ringschichten ist, dass die Lagerfugen orthogonal zur Gewölbeachse ausgerichtet sind. Die Gewölbe in Figur 3 und Figur 7 wurden als Wölbung auf den Kuf angelegt. Merkmal einer Wölbung auf den Kuf ist, dass die Lagerfugen parallel zur Gewölbeachse ausgerichtet sind.

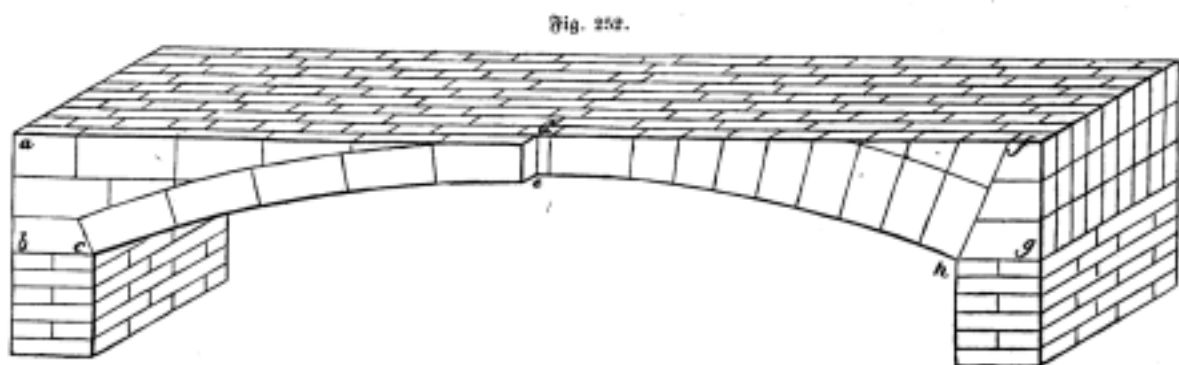


Abb.41 Breymann 1868. Fig. 252. Segmentbogenwölbungen mit stehenden oder geneigten Ringschichten wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jh. teilweise den Wölbungen auf den Schwalbenschwanz vorgezogen, da sie leichter auch mit Ungelernten errichtet werden konnten.

Wölbung mit stehenden und geneigten Ringschichten

Die Steinschichten der stehenden aber auch der geneigten Ringschicht sind quer zur Gewölbeachse ausgerichtet bzw. erstrecken sich über die gesamte Gewölbespannweite.⁸⁹⁰ Die Ringschichten sind als Addition sich selbst tragender Halbkreisbogen zu verstehen, die höchstens durch Mörtel miteinander verbunden sind.⁸⁹¹ In ihrer Anordnung entsprach die stehende Ringschicht der allgemeinen theoretischen Gewölbedefinition während des 18. Jh. (vgl. S. 267), wenngleich diese Wölbung mit Ausnahme der Mauerbogen für Raumwölbungen während des 17. und 18. Jh. ungebrauchlich war und spätestens ab dem Ende des 17. Jh. wegen der geringen Stabilität abgelehnt wurde,⁸⁹² wohl aber für Tonnengewölbe gelegentlich eingesetzt wurde⁸⁹³ (Abb. 40 Fig. 5). Begrifflich lassen sich die Ringschichten in senkrecht ausgerichtete stehende Ringschichten und in schräg ausgerichtete liegende oder geneigte Ringschichten unterscheiden. Voraussetzung zur Errichtung der stehenden Ringschichten ist ein stützendes Gerüst, während die geneigten Ringschichten ohne Gerüst auf die zuvor angelegte Schicht gelegt werden konnten.

Neue Beachtung fanden die stehenden Ringschichten erst wieder mit ihrer Neuerfindung durch Georg Moller in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh., weshalb sie auch als „Mollersche Wölbung“⁸⁹⁴ bezeichnet wurden (Abb. 41). Moller bezog sich dabei auf eine Wölbtechnik, die für Gewölbe im Kriegsministerium in Versailles eingesetzt worden war und eine Abwandlung doppelter liegender Ringschichten in stehende Ringschichten war (vgl. S. 121, 339 ff., 350). Die Besonderheit der von Moller erfundenen Wölbtechnik bestand in einem Wechsel von zwei unterschiedlichen Ringschichten. Eine Schicht war auf den Gewölbemittelpunkt ausgerichtet, während die andere als horizontale Schichtung aufgebaut war. Übertragen auf eine Segmentbogentonne wurde diese Wölbtechnik für das 1825-26 errichtete Kanzleigebäude in Darmstadt (Hessen) eingesetzt.⁸⁹⁵ Angenommen wurde, dass durch die Wölbtechnik jeglicher Seitenschub kompensiert würde.

Die Gewölbeherstellung der stehenden Ringschichten war im Vergleich zur Wölbung auf den Kuf einfacher und schneller durchzuführen (vgl. S. 118), weshalb sie ab dem zweiten Drittel und vor allem um die Mitte des 19. Jh. für Flachwölbungen vorgezogen wurde. Zum Beispiel wurden die Terrassengewölbe für das Belvedere auf dem Pfingstberg in Potsdam (1847/63) flache Segmentbogentonnen in stehenden Ringschichten ausgeführt.

In der zweiten Hälfte des 19. Jh., Anfang des 20. Jh. wurden geneigte Ringschichten als Wölbtechnik angeführt, deren Erfindung ebenfalls Georg Moller zugeschrieben wurde.⁸⁹⁶ Die Kenntnis, dass schon antike Gewölbe im Orient aus geneigten Ringschichten errichtet worden waren, verbreitete sich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jh.⁸⁹⁷ Aufgrund der mangelnden Verbindung der stehenden Ringschichten untereinander und der damit verbundenen Instabilität, verloren sie Ende des 19. Jh. bis auf kleine Gewölbe jegliche Bedeutung.⁸⁹⁸

Wölbung auf den Kuf

Die Wölbung auf den Kuf ist ein Gewölbemauerwerk, das sich durch Lagerfugen auszeichnet, die parallel zur Gewölbeachse verlaufen⁸⁹⁹ (Abb. 40, Fig. 7 o. Abb. 42 Fig. 39). Bei zusammengesetzten Gewölben, wie dem Kreuzgewölbe, dienen die Lagerfugen der einzelnen Kappen als Anhaltspunkt.⁹⁰⁰ Bezeichnet wurde die Wölbtechnik auch als „Kuffverband“⁹⁰¹, „auf Kuf“⁹⁰², „Kuf“⁹⁰³, oder „Kufmauerung“⁹⁰⁴. Die Wölbung auf den Kuf war insbesondere für Tonnengewölbe, aber auch für Kreuzgewölbe während des 17. und 18. Jh. neben der Wölbung auf den Schwalbenschwanz (vgl. S. 119 ff.) eine der wichtigsten Wölbungen. Als Kuf wird ein bewegliches Lehrholz bezeichnet, dass während der Herstellung eingesetzt werden konnte. Der hohe Stellenwert der Wölbung auf den Kuf drückt sich besonders durch die Bezeichnung der Tonnengewölbe als „Kuffengewölbe“⁹⁰⁵ bzw. „Kufengewölbe“⁹⁰⁶ bis in die erste Hälfte des 19. Jh. aus. Die einzelnen Steinschichten wurden zur Stabilisierung so angeordnet, dass die Stoßfugen der nächsten folgenden Schicht unterbrochen wurden.⁹⁰⁷ Kombiniert wurde die Wölbung entweder mit einem Binderverband, so wie bei dem Tonnengewölbe im Erdgeschoss des Pallas der Burg Storkow, Landkreis Oder-Spree, Amt Storkow (Mark), einem Block- oder Kreuzverband, beispielsweise die als Tonnen ausgeführten Kellergewölbe des Vorderhauses und des linken Seitenflügels, Hermann-Elfleinstraße 10 in Potsdam (1733/40) oder die seitlichen Treppenbogen des Alten Museums in Berlin (1823/29). Die häufigste Anwendung der Wölbung auf den Kuf erfolgte jedoch während des 18. Jh. in Verbindung mit einem Läuferverband.⁹⁰⁸ Die Gewölbestärke betrug dabei im Durchschnitt eine halbe Steinlänge⁹⁰⁹ und wurde vor allem bei Tonnengewölbe zusätzlich durch in den Verband eingebundene Gurte im ungefähren Abstand von drei bis vier Fuß⁹¹⁰ (92,4 bis 125,6 cm) verstärkt. Durch die Gurte entsteht auf der Innenleibung ein unregelmäßig erscheinender Verband.

Einige Beispiele für die Wölbung auf den Kuf mit einem Läuferverband sind die Tonne im Keller Vorderhaus, Große Hamburger Straße 19a in Berlin-Mitte (ca. 1691), die gedrückte Tonne im Keller, rechter Seitenflügel Neue Promenade 5 in Berlin-Mitte (vor 1750), die gedrückte Tonne im Keller, rechter Seitenflügel Schloss Steinhöfel, die gedrückten Tonnen im Keller der Commus in Potsdam Sanssouci (1766/69) oder die gedrückte Tonne im Keller Breite Straße 45 in Berlin-Pankow (um 1770).

Die Anwendung der Wölbung auf den Kuf bei Kreuzgewölben, wie im Keller des Schlosses Roskow, Brandenburg Beetzensee (1723-27), führte zu einem hohen Materialverlust, da für die Grate Ziegel zuzuschlagen waren.⁹¹¹ Um Gewölbe auf den Kuf herstellen zu können, musste für die gesamte Herstellung ein Gerüst aufgestellt werden.

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. fand der Baubeamte von Lassaulx bei der Untersuchung mittelalterlicher Kreuzgewölbe heraus, dass die einzelnen Steinschichten der Kappen

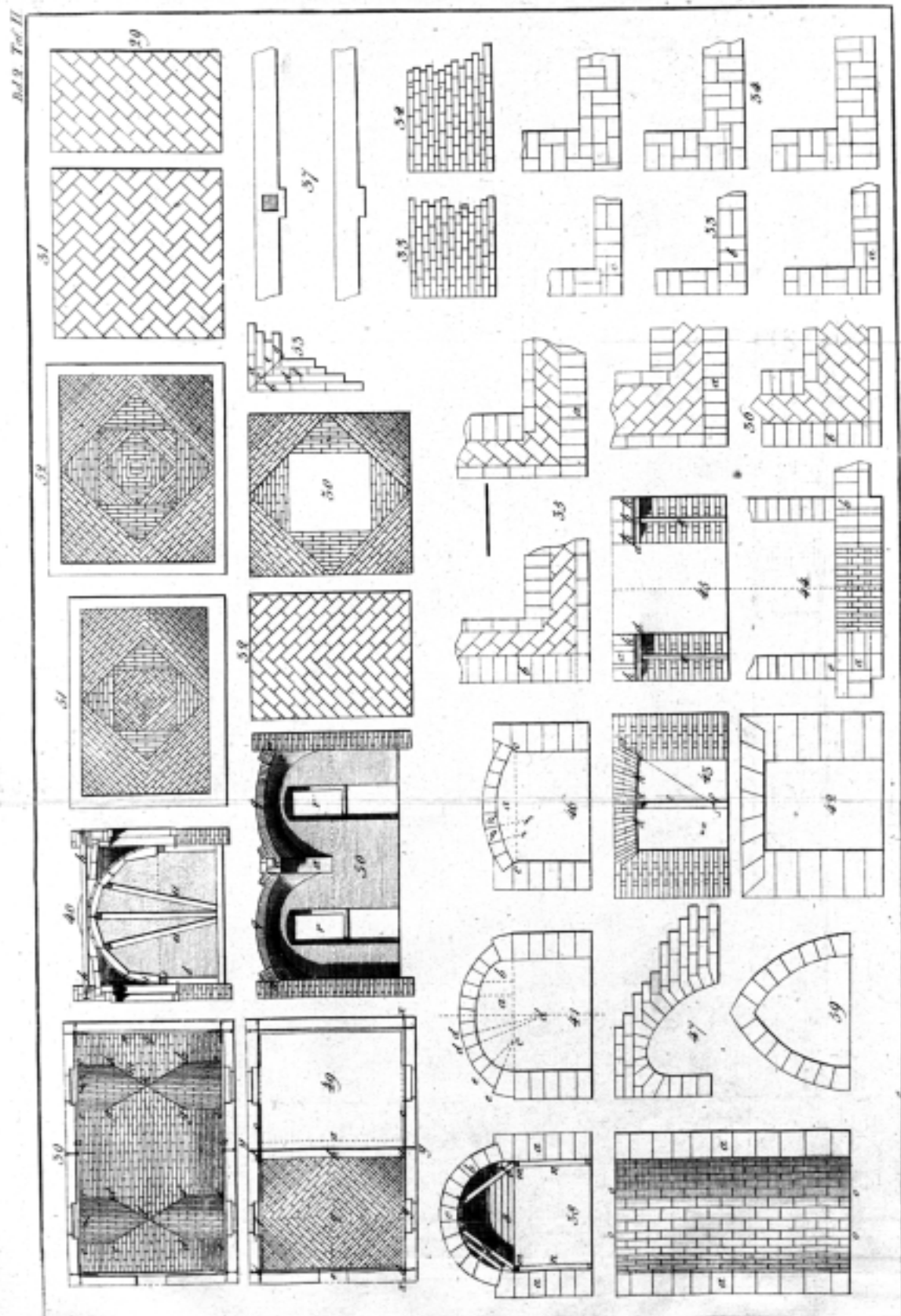


Abb.42 Sax 1807. Tafel II. Die Wölbung auf den Kuf ist in Figur 39 abgebildet. Kennzeichen einer Wölbung auf den Kuf sind Lagerfugen parallel zur Gewölbeachse. In Figur 49 ist das Gewölbe als Wölbung auf den Schwalbenschwanz angelegt. Merkmal der Wölbung auf den Schwalbenschwanz sind orthogonal auf die Diagonalen ausgerichtete Lagerfugen. Die Wölbung wird in allen vier Ecken gleichzeitig begonnen und zu einem Quadrat zusammengeführt. Außerhalb der Mark wurde die Anordnung der Wölbung auf den Schwalbenschwanz so wie in Figur 51 und 52 gewechselt, um die Wölbung stabiler auszubilden.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

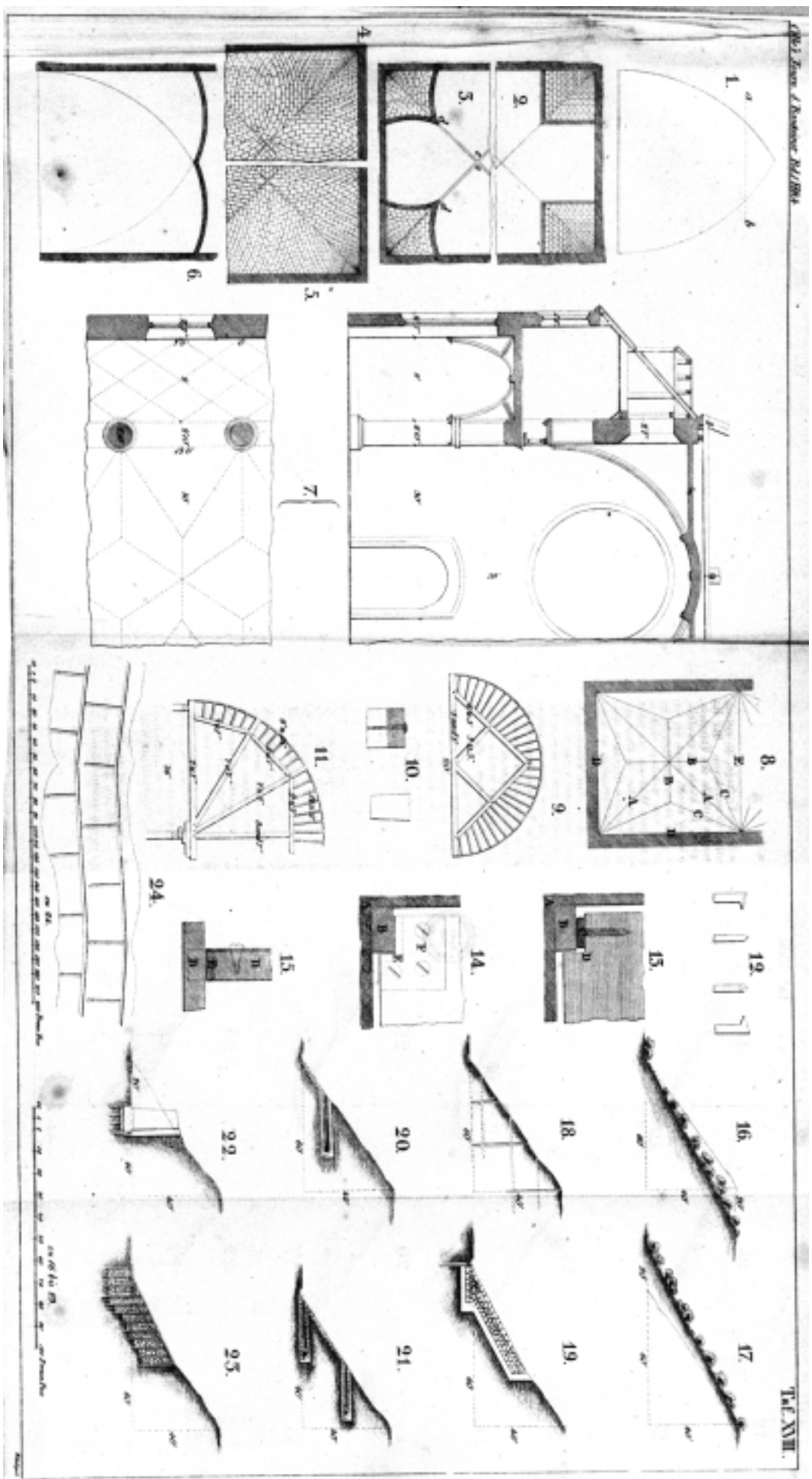


Abb.43 Lassaux 1829, Tafel XVIII. Untersuchungen historischer Gewölbe in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. ergaben, dass die Steinschichten der bekannten Wölbungen auf den Kuf oder den Schwalbenschwanz nicht gerade, sondern gebogen angeordnet waren. Daraus wurde gefolgert, dass für diese Wölbungen nur ein Lehtgertüst, sonst aber kein weiteres Gertüst erforderlich sei, weshalb diese Technik als sehr vorteilhaft auf für neu zu errichtende Gewölbe bewertet wurde.

nicht gerade verliefen, sondern gebogen, so wie in Abbildung 43, Figuren 1-6 zu sehen ist. Lassaulx schlussfolgerte daraus, dass für diese Wölbung nur ein Lehrgerüst, sonst aber kein weiteres Gerüst erforderlich sei und empfahl diese Technik als sehr vorteilhaft.⁹¹²

Wölbung auf den Schwalbenschwanz

Charakteristisch für die Wölbung auf den Schwalbenschwanz ist die orthogonale Ausrichtung der Lagerfugen auf Achsen, die um 45° Grad zur jeweiligen Gewölbeachse gedreht sind. Beispielsweise wurden Teile der Spindeltreppe der ehemaligen Burg Horst bei Blumenthal (möglicherweise 16. Jh.), Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Heiligengrabe Blumenthal, bereits als „Wölbung auf den Schwalbenschwanz“ errichtet. Wohl während des 17. Jh. erhielt die Wölbung größere Bekanntheit einerseits durch nicht genauer bezeichnete Reisebeschreibungen über den Orient und andererseits durch ihre lokal Verbreitung, beispielsweise in Böhmen.⁹¹³

Beschrieben wurde die Wölbung auf den Schwalbenschwanz⁹¹⁴ wegen ihrer rautenförmigen bzw. „sicsac“-artigen Steinanordnung als „rautenförmiger Verband“⁹¹⁵, „fischgrätige Verzahnung“⁹¹⁶, „diagonale Wölbung auf den Stich“⁹¹⁷, „Weiherchwanz“⁹¹⁸ oder „böhmische Bogenschließung“⁹¹⁹.

In der Mittel- und Querachse stoßen die einzelnen ausgerichteten Steinschichten der Wölbung V-förmig zusammen, so wie in Abbildung 42, Figur 49 dargestellt. Besonderer Vorteil der Wölbung auf den Schwalbenschwanz war das Verspannen der einzelnen Steinschichten miteinander, wodurch unabhängig von dem einzelnen Gewölbesteine insbesondere für leichte Gewölbe eine höhere Stabilität angenommen werden konnte.⁹²⁰ Einhergehend mit der erhöhten Stabilität war man der Auffassung, die entstehenden Lasten gleichmäßig über das gesamte Gewölbe verteilen zu können, weshalb in der ersten Hälfte des 19. Jh. alle Umfassungsmauern auch die Stirnmauern, beispielsweise bei Segmentbogentonnen, als Widerlager angesehen wurden.⁹²¹

Bevor mit der Wölbung begonnen werden konnte, war durch mittiges Teilen der Länge und Breite der Gewölbemittelpunkt zu bestimmen.⁹²² Ausgerichtet auf diesen Mittelpunkt wurden diagonale Gewölbeachsen im Winkel von 90° zueinander ausgerichtet.⁹²³ Die Gewölbeachsen hatten keinen Bezug zu den Raumecken. Mit dieser Anordnung wurden klaffende Fugen vermieden.⁹²⁴ Ausgerichtet auf die Gewölbeachsen wurde in allen Ecken gleichzeitig mit der Wölbung begonnen.⁹²⁵ Verwendet wurden gewöhnliche Ziegelformate.⁹²⁶ Während der Wölbung entstand in der Gewölbemitte ein Quadrat, das auch als Gewölbeschluss bezeichnet wurde.⁹²⁷ In den Figuren 30, 51 und 52 der Abbildung 42 wurden die Lagerschichten wechselweise noch mal um 45° gedreht. Diese denkbare Anordnung der Wölbung auf den Schwalbenschwanz stellte in der Mark jedoch eine Ausnahme dar. Der Gewölbeschluss blieb offen oder wurde mit Ziegeln oder Kesselsteinen geschlossen.⁹²⁸

In der Regel wurde für die Errichtung der Wölbung auf dem Schwalbenschwanz ein Gerüst als erforderlich angesehen,⁹²⁹ wenngleich ab der Mitte des 19. Jh. in Verbindung mit leichten Gewölbesteinen und schnellbindendem Mörtel wohl auch ohne Gerüst freihändig gewölbt werden konnte.⁹³⁰ Um die Gewölbeform jedoch genau zu bestimmen, war es dennoch vorteilhaft, zu mindestens ein diagonales Lehrgerüst aufzustellen.⁹³¹

Wie bei der Wölbung auf den Kuf war es theoretisch denkbar, auch die Wölbung auf den Schwalbenschwanz sowohl mit dem Block- oder Kreuzverband, als auch mit einem Binder- oder Läuferverband zu errichten. Beispiele für die Kombination mit einem Block- oder Kreuzverband sind bisher nicht bekannt. In Verbindung mit einem Binderverband wurden beispielsweise Kreuzgewölbe im Keller des Neuen Palais in Potsdam-Sanssouci (1763/69) ausgeführt. Die häufigste Anwendung der Wölbung auf den Schwalbenschwanz in Kombination mit einem Läuferverband und einer Gewölbstärke von einer halben Steinlänge erfolgte vorrangig für Stichkappen wie in dem Gebäude Breite Straße 45, Berlin-Pankow (um 1770), für Rauchfänge,⁹³² beispielsweise August-Bebel-Straße 14-15 in Neuruppin (um 1790) aber vor allem ab der Mitte des 18. Jh. für die flachen Segmentbogentonnen zwischen den Gurtbogen.⁹³³ Beispiele sind die Kellergewölbe des westlichen Gärtnerhauses in Potsdam Sanssouci (1751/52), der Häuser Joachimstraße 20 in Berlin-Mitte (um 1780), Rudolf-Breitscheid-Straße 10, 16 (um 1790), Schifferstraße 2 (um 1790) alle Neuruppin, Rudolf-Breitscheid-Straße 1 in Beeskow (1832/36), sowie Segmentbogentonne und Kreuzgewölbe, des Hauses Karl-Marx-Straße 71 in Neuruppin (um 1790).

Insbesondere die Kreuzgewölbeherstellung ließ sich durch die Wölbung auf den Schwalbenschwanz vereinfachen, da die Steine für die Grate nicht mehr zugehauen werden mussten und sich der Material- und Zeitbedarf für die Errichtung erheblich reduzieren ließ.⁹³⁴ In Figur 56 und 53 der Abbildung 44 wird die Gratausbildung der Wölbung auf den Schwalbenschwanz der der Wölbung auf den Kuf gegenübergestellt. So wurden beispielsweise die Kreuzgewölbe im Keller, Breite Straße 45, Berlin-Pankow (um 1770) oder Kreuzgewölbe im Belvedere auf dem Pfingstberg in Potsdam-Neuer Garten (1847/1850) auf den Schwalbenschwanz mit einem Läuferverband gewölbt.

Die Wölbung auf den Schwalbenschwanz avancierte Anfang des 19. Jh. nicht zuletzt wegen der stabilisierenden Wirkung und der damit angenommenen gleichmäßigen Druckableitung zur besten denkbaren Wölbtechnik,⁹³⁵ die häufiger für Kreuzgewölbe,⁹³⁶ insbesondere aber für alle flachen Kappengewölbe genutzt wurde.⁹³⁷ Seltener wurden Tonnengewölbe mit dieser Technik errichtet.⁹³⁸ Voraussetzung für die Wölbung auf den Schwalbenschwanz waren geübte Handwerker und Zeit, weshalb bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jh. die Wölbung vor allem bei Kappengewölbe zu Gunsten einfacher stehender Ringschichten aufgegeben wurden.⁹³⁹

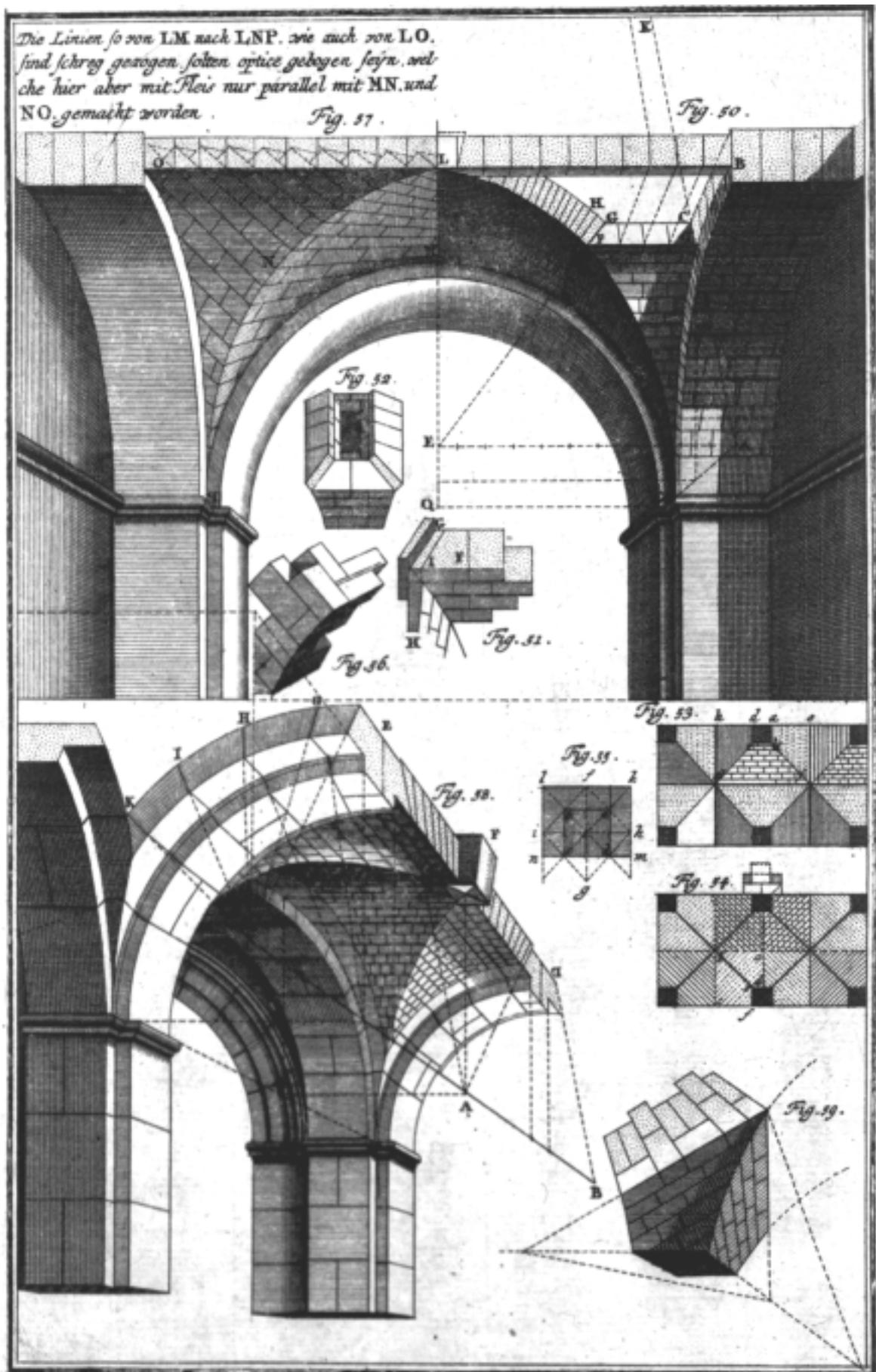
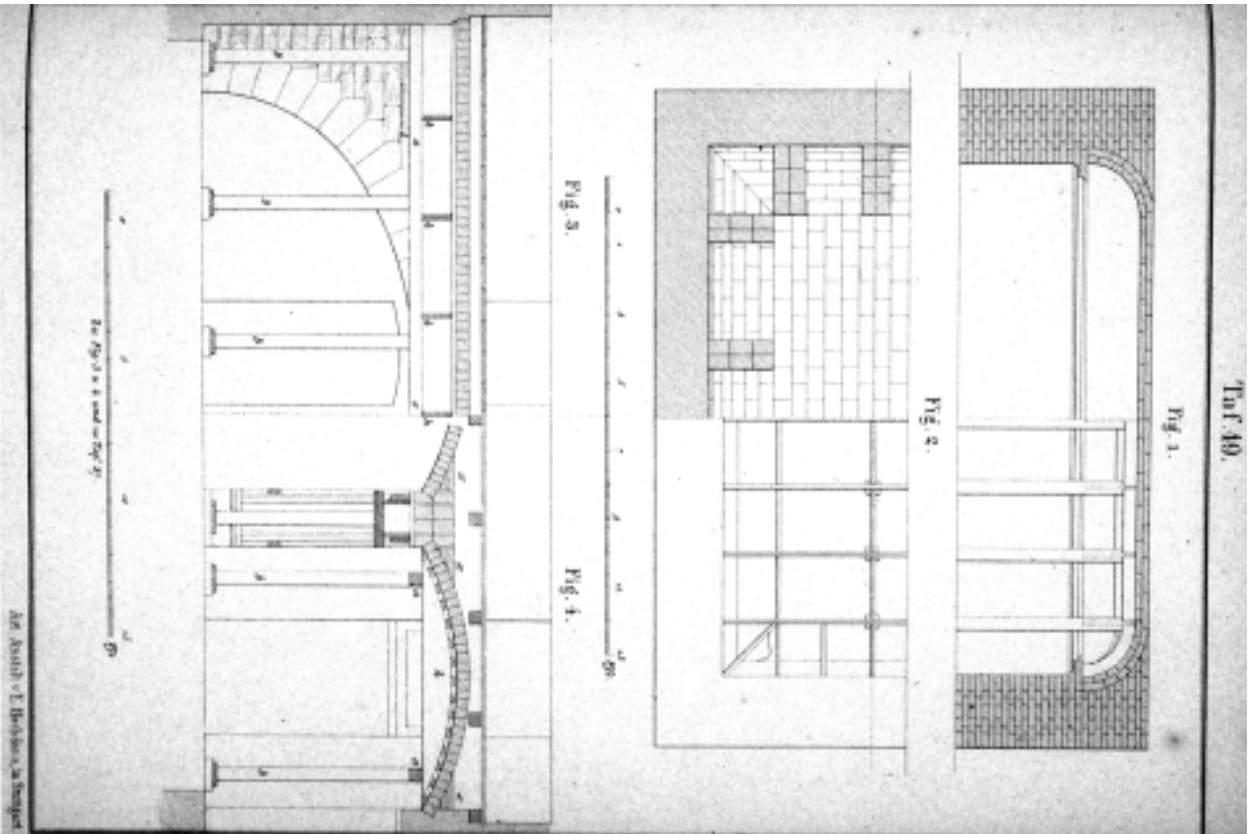


Abb. 44 Schübler 1732. Tafel X. gerade bei mehrteiligen Gewölben, wie dem Kreuzgewölbe erwies sich die Wölbung auf den Schwalbenschwanz als vorteilhafter. Um den Grat auszubilden, mussten die Steine nicht spitz zugehauen werden. Neben einer leichteren Herstellung war zudem der Materialverbrauch geringer. Das Kreuzgewölbe in Figur 57 wurde als Wölbung auf den Schwalbenschwanz, während das in Figur 58 als Wölbung auf den Kuf errichtet wurde.

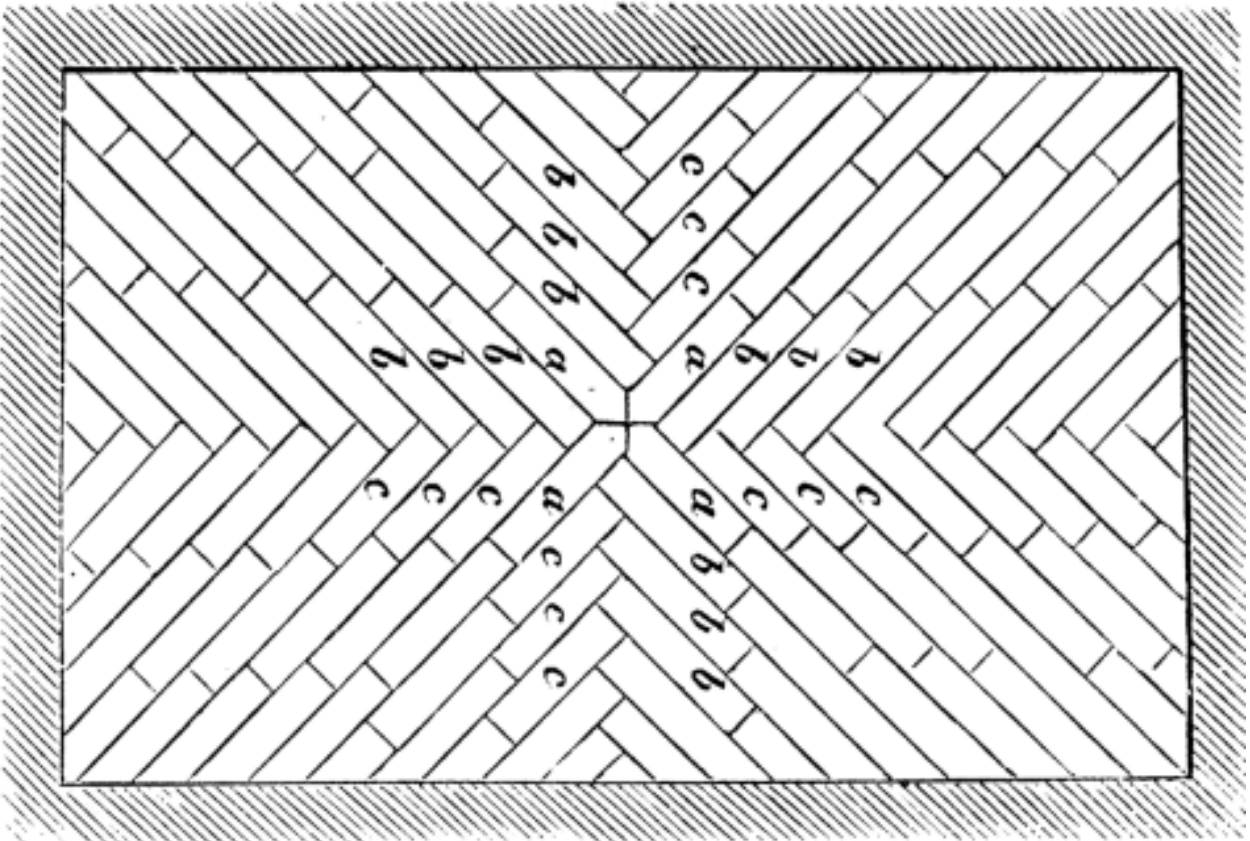


links Abb 45 Breyman 1868, Tafel 49. Die Kehle der Wölbung wurde aus doppelten Ringschichten begonnen, während im Deckenfeld auf Ring-schichten zu Gunsten einer doppelten Wölbung auf den Kuf verzichtet wurde. Bestandteil des Flachgewölbes mit doppelten Ringschichten sind die Hintermauerungen im Bereich der Kehle.

rechts Abb 46 Breyman 1868, Fig. 204. Vorgesetzten für flache ziegelisichte Gewölbe-kappen wurde Ende der 30er Jahre des 19. Jh. eine aufwendige Wölbtechnik mit einer halben Stein-länge als Gewölbstärke erfunden. Im Unterschied zu allen anderen

Wölbtechniken wurde die Wölbung mit dem Scheitel begonnen. Vier Ziegel wurden jeweils an einer Kopfseite mit einer doppelten Gehrung versehen und zu einem Kreuz zu-sammengesetzt, dessen

Arme auf die Raumecken bzw. die Diagonalen aus-gerichtet waren. Die Kappe wurde mit dreiviertel Quartieren (in der Zeichnung mit C markiert) und mit ganzen Steinen (in der Zeichnung mit B mar-kiert) gewölbt. Dieser weitgehend unbekannten Wölbtechnik wurde eine der Wölbung auf den Schwalbenschwanz ver-gleichbare Druck-verteilung zugeschrieben.



Wölbung mit horizontalen Ringschichten

Liegende Ringschichten sind horizontale Steinschichten, die als konzentrische Kreise oder spiralförmig um einen Gewölbemittelpunkt verlaufen. Die Ringschichten sind geschlossene Steinschichten, bei denen die einzelnen Steine entweder aufeinander oder nebeneinander verlegt werden.⁹⁴⁰ Als Ideal für solche konzentrischen Ringe bzw. Kränze wurden einerseits alle Kuppeln angesehen.⁹⁴¹ Eine der prominentesten Ringwölbungen war die Kuppel von St. Pauls in London⁹⁴² und nach seiner Entdeckung Anfang des 19. Jh. das Ringgewölbe des Schatzhauses des Atreus in Mykene⁹⁴³ (vgl. S. 122). Wenngleich die liegenden Ringschichten in erster Linie mit den Kuppeln in Verbindung gebracht werden, so ließen sich die Ringschichten andererseits auch auf polygonale und viereckige Grundrisse von Kloster-, Mulden-, Kreuz-, Dominikal- und Spiegelgewölbeformen übertragen. Zu den wenigen märkischen Kuppelwölbungen der zweiten Hälfte des 18. Jh. gehört die in Ringschichten aufgebaute Kuppel der Französischen Kirche am Bassinplatz in Potsdam (1751-53). Mit der Vorstellung, durch die Ringschichten den seitlichen Gewölbedruck vollständig aufheben zu können, erhielten die liegenden Ringschichten und Spiralen ab dem letzten Drittel des 18. Jh. wachsende statische Bedeutung⁹⁴⁴ (vgl. S. 319 ff.). Um die einzelnen Steine auszurichten, wurde als Hilfsmittel eine Schnur im festgelegten Gewölbemittelpunkt fixiert. Sobald der Steinring geschlossen war, waren die Steine miteinander verspannt.⁹⁴⁵ Ein Gerüst für Wölbungen aus liegenden Ringschichten war nicht erforderlich.

Eine Besonderheit stellten die aus doppelten Ringschichten mit einem Gipsmörtel errichteten Gewölbe dar, die von dem Franzosen Graf d'Espie 1754 als feuerfeste und bombensichere Wölbtechnik beschrieben wurde⁹⁴⁶ (vgl. S. 350).

Auf einem Gerüst, auf dem der Gewölbeanlauf auflag, das aber ansonsten nur dazu diente die Form vorzugeben, wurden Ringschichten aus flachen Ziegelplatten mit den Abmessungen zehn Zoll (ca. 26,0 cm) Länge, fünf Zoll (ca. 13,0 cm) Breite und einer Stärke von ein bis zweieinhalb Zoll⁹⁴⁷ (ca. 2,6 bis 6,5 cm) mit einem Gipsmörtel verlegt. Auf die erste Ziegelschicht folgte versetzt und halb überstehend die zweite Schicht. Stoß- und Lagerfugen der ersten waren durch die zweite Schicht überdeckt.⁹⁴⁸ Alternierend wurden eine obere und eine untere Ringschicht in Gipsmörtel ergänzt,⁹⁴⁹ wobei jede Schicht fertig zustellen war, bevor mit der nächstfolgenden begonnen wurde.⁹⁵⁰ Bei unbelasteten Gewölben hielt man auch nur eine Ziegelschicht für ausreichend.⁹⁵¹ Die Wölbung konnte sich ausschließlich aus liegenden Ringschichten zusammensetzen (Abb. 45, Fig. 1.) oder wurde mit stehenden Ringschichten errichtet (Abb. 45, Fig. 3,4). Sofern Kehlen oder Grate mit den Ringschichten ausgebildet wurden, waren die Steine einzupassen und verzahnt zu den benachbarten Ringschichten anzuordnen.⁹⁵²

Die entstehende Gewölbestärke betrug ungefähr fünfeinhalb Zoll⁹⁵³ (ca. 14,3 cm). Da ein Schluss-Stein oder Nabel in der Gewölbemitte fehlte, galt diese Technik für die Errichtung von Gewölben als nicht anwendbar. Die erstellten Wölbungen wurden den Decken zugeordnet⁹⁵⁴ (vgl. S. 270). In der Mark waren die doppelten Ringschichten Ende des 18. Jh. zwar bekannt, ihre praktische Umsetzung scheiterte jedoch nicht zuletzt an den fehlenden Gipsvorkommen.

Wölbungen mit überkragenden Steinen

Überkragende Gewölbeanläufe wurden gelegentlich angelegt, wenn Mauern oder Pfeiler als Gewölbeauflager nicht in ausreichender Breite zur Verfügung standen. Dabei wurde Ende des 18. Jh. eine Verbreiterung im Rückschluss einer nahezu unbegrenzten Mörtelkohäsion als problemlos angesehen.⁹⁵⁵ Beispielsweise wurde in einem nicht näher zu bestimmenden Gebäude in Potsdam nachträglich im Obergeschoss ein Gewölbe eingezogen. Um ein ausreichendes Auflager zu erhalten, wurden im unteren Viertel der Wölbung Kragsschichten angeordnet, die ihrerseits nach und nach in Wölbschichten übergingen, die auf einen Mittelpunkt ausgerichtet waren.⁹⁵⁶

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden antike Wölbungen zur Kenntnis genommen, die ganz oder in Teilen aus Kragsschichten aufgebaut waren. Besondere Beachtung fanden dabei das griechische Schatzhaus des Atreus in Mykene,⁹⁵⁷ aber auch römische Bauwerke.⁹⁵⁸ Die Zuordnung der horizontalen Ringschichten bei sphärischen Gewölben und den überkragenden Steinschichten war fließend. Kragsschichten wurden als „rohe Gewölbe“⁹⁵⁹, „Überdeckung mit horizontalen Steinen“⁹⁶⁰ oder „falsche Wölbung“⁹⁶¹ bezeichnet und sind heute als Kraggewölbe.⁹⁶² Die Betrachtung überkragender Ringschichten sowie die stärkere Zuordnung des Gewölbeanlaufs zum Widerlager führten in der ersten Hälfte des 19. Jh. verstärkt dazu, den Kragsschichten eine den Seitendruck reduzierende bzw. aufhebende Wirkung zu zuschreiben⁹⁶³ (vgl. S. 292). Die Kragsschichten wurden sowohl auf Bogen als auch auf Raumwölbungen bezogen.⁹⁶⁴

Wölbung mit diagonalen Steinschichten

Ende der 30er Jahre des 19. Jh. wurde eine Wölbtechnik erfunden, mit der flache ziegelsichtige Gewölbekappen, mit einer halben Steinlänge als Gewölbestärke hergestellt werden konnten.⁹⁶⁵ Die aufwendige Herstellung setzte ein vollflächiges Gerüst voraus. Im Unterschied zu allen anderen Wölbtechniken wurde die Wölbung mit dem Scheitel begonnen⁹⁶⁶ (Abb. 46). Vier Ziegel wurden jeweils an einer Kopfseite mit einer doppelten Gehrung versehen und zu einem Kreuz zusammengesetzt, dessen Arme auf die Raumecken bzw. die Diagonalen ausgerichtet waren. Die Kappe wurde mit dreiviertel Quartieren (in der Zeichnung mit C markiert) und mit ganzen Steinen (in der Zeichnung mit B markiert) gewölbt.⁹⁶⁷

Dieser weitgehend unbekannten Wölbtechnik wurde eine der Wölbung auf den Schwalbenschwanz vergleichbare Druckverteilung zugeschrieben.

3.1.4. ZIEGEL- UND LEHMSTEINMAUERWERKE

Steinmauerwerke aus Ziegeln, Lehm- und Mörtelsteinen wurden während des 18. und 19. Jh. in allen zuvor angeführten Mauerverbänden erstellt. Tatsächlich bedeutsam waren letztlich nur der gotische Verband, der aus unbestimmten Läufer- und Binderschichten als Blockverband bezeichnete Verband sowie der Kreuzverband.⁹⁶⁸ Daneben fand der Schornsteinverband für Schornsteine bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jh. Beachtung.⁹⁶⁹ Der Kreuzverband wurde mit dem verbesserten Ziegelangebot Anfang des 19. Jh. zum prägenden Mauerwerksverband aller Innen- und Außenwände.⁹⁷⁰

Um die Steine passend zu einem Verband anzuordnen, war es notwendig, einzelne Steine auf die erforderliche Größe abzarbeiten, bzw. zu „verhauen“⁹⁷¹. Insbesondere für die Gewölbeerrichtung wurden die Steine im Gewölbescheitel soweit abgearbeitet, dass sie sich leicht in die Wölbung einsetzen ließen.⁹⁷²

Bestandteil der Maurerarbeiten war es bis in das 19. Jh. sowohl einzelne Ziegel als auch ganze Mauerwerkspartien zu bearbeiten. Beispielsweise wurden Falze für Fenster- und Tür-läden aus den Steinen herausgeschlagen oder die Steine für Stürze und Gesimse gespitzt. Je nach angestrebter Gestaltung wurde das Mauerwerk bearbeitet, um wie in Abbildung 47 einen stark profilierten Quaderputz vorzubereiten.

Die Bearbeitung einzelner Steine sowie des gesamten Mauerwerks durch den Maurer wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend aufgegeben, da die örtliche Steinbearbeitung als Beeinträchtigung der Steinfestigkeit angesehen wurde, weshalb beispielsweise um 1800 eine Mindeststärke von drei Zoll⁹⁷³ (ca. 7,8 cm) bzw. einem Drittel der Steinhöhe⁹⁷⁴ nicht mehr unterschritten werden sollte. Ziegel sollten höchstens um ein Zoll⁹⁷⁵ (ca. 2,6 cm) ihrer Stärke abgearbeitet werden. Die Annahme des großen Festigkeitsverlustes durch das Verhauen wurde so hoch bewertet, dass zunehmend Sonderformate bevorzugt und gefordert wurden.⁹⁷⁶ Die Übertragung dieser Vorstellung auf die Gewölbemauerwerke führte dazu, für den Gewölbeanlauf bzw. den Wölbansatz besonders auf Pfeilern sogenannte „Anfangssteine“ oder „Anläufe“⁹⁷⁷ durch Werksteine auszubilden oder die Wölbung mit Krag-schichten zu beginnen. Gleichzeitig wurde sichergestellt, dass der die Standsicherheit einschränkende hohe Mörtelanteil reduziert wurde.⁹⁷⁸ Sandsteine wurden als Kämpfer und Schlussstein von Mauerbogen eingesetzt⁹⁷⁹, wie bei der Bauakademie (1831-1836)⁹⁸⁰ oder dem Neuen Museum in Berlin (1841/55), aber auch bei Flachkuppeln,⁹⁸¹ Kreuzgewölben⁹⁸² und unterschiedlichen Kuppelwölbungen,⁹⁸³ wie der Kuppel des Alten Museums in Berlin (1823/29), welche über dem Widerlager mit einem vollständigen Sandsteinring begonnen wurde.

Verbreitet war es im 18. Jh., den Mörtel unmittelbar vor Mauerwerksherstellung auf der Baustelle anzumischen.⁹⁸⁴ Die eingesetzten Bindemittel und Mischungsverhältnisse hingen wesentlich von den finanziellen Gegebenheiten ab. Neben dem Kalkmörtel waren in der Mark bis in das 19. Jh. mehr oder weniger gestreckte Kalkmörtel bestimmend.⁹⁸⁵ Die in den 20er und 30er Jahren des 19. Jh. importierten neuen, künstlich gemischten, hydraulisch erhärtenden Kalke wurden vereinzelt auf die trockenen Innenbereiche beschränkt,⁹⁸⁶ jedoch innerhalb kurzer Zeit für alle dem Wasser ausgesetzten und beanspruchten Bauteile wie Sockel und Kellerwände in Abhängigkeit der wirtschaftlichen Gegebenheiten eingesetzt.⁹⁸⁷

Mörtel wurde während des 18. und 19. Jh. in der Regel nicht bei Frost verarbeitet.⁹⁸⁸ Heute nutzbare Zusätze standen nicht zur Verfügung. Eine erste Möglichkeit, einen Mörtel auch bei Frost verarbeiten zu können, wurde in dem Loriotschen Mörtel gesehen. Durch das Anmischen erhitze sich der Mörtel sehr stark, so dass er gelegentlich mit vorgewärmten Ziegeln Anfang des 19. Jh. verarbeitet wurde.⁹⁸⁹

Die Ziegel wurden in Wasser getaucht, bevor sie in den Mörtel gesetzt wurden. Das Wässern war gerade bei Ziegeln und porösen Steinen unerlässlich, da der Mörtel sonst verbrannte, d.h. „zu schnell trocknete“⁹⁹⁰ und damit nicht aushärten konnte.⁹⁹¹ Wachsende Bedeutung kam der Mörtelhaftung ab dem letzten Drittel des 18. Jh. zu, so dass raue Ziegeloberflächen bevorzugt wurden.⁹⁹² War eine raue Steinoberfläche nicht vorhanden, dann konnten zur besseren Haftung Löcher in den Ziegel eingeschlagen sein.⁹⁹³ Mörtelhohlräume wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. verstärkt als Schadensursache für Mauerschäden wie Steinabplatzungen und Risse in Betracht gezogen⁹⁹⁴ (vgl. S. 160, 163). Stärker noch als für Ziegelmauerwerke wurde für Lehmsteinmauerwerke ein vollständiges, gleichmäßiges Verfüllen der Fugen mit Mörtel für die Stabilität vorausgesetzt.⁹⁹⁵ Fugenbreiten wurden ab dem letzten Drittel des 18. Jh. zwischen einem viertel und einem halben Zoll⁹⁹⁶ (ca. 0,65 bis 1,3 cm) angegeben, während die Fugenbreiten Anfang des 19. Jh. zwischen einem halben und einem dreiviertel Zoll⁹⁹⁷ (ca. 1,3 und 1,9 cm) betragen sollten. Eine Ausnahme stellten die Fugen für Wasserbauwerke mit einem zehntel Zoll⁹⁹⁸ (ca. 0,0216 cm) dar, die so dünn als möglich auszuführen waren, um ein Auswaschen zu verhindern.

Für die Lehmsteine wurde in der Regel Lehmmörtel bevorzugt,⁹⁹⁹ wobei die Fugen auch hier so dünn wie möglich ausgebildet werden sollten, um die eingebrachte Feuchtigkeitsmenge möglichst zu minimieren¹⁰⁰⁰ und ein Aufweichen der Steine zu verhindern. Bei den etwas unregelmäßigen Lehmpatzenformaten war eine Reduzierung der Fugenhöhe jedoch nur bedingt möglich.¹⁰⁰¹ In die angestellten Überlegungen zur Fugenausbildung der Lehmsteinmauerwerke waren die Ausführenden nicht eingebunden, weshalb diese analog der Ziegelverarbeitung häufig auch Lehmsteine zuvor in Wasser tauchten.

Neben den Lehmsteinwänden wurden auch Lehmsteingewölbe vor allem bei einfachen, ländlichen Bauwerken für die Küchenwölbungen als Brandschutz durchaus gebräuchlich,¹⁰⁰²



Abb.47 Potsdam, Gutenbergstraße 25/ Ecke Jägerstraße (1733-1740,1788). Das Mauerwerk wurden bis in das 19. Jh. in der Oberfläche „behauen“. Zu Beginn des 19. Jh. wurde von der Oberflächenbearbeitung allmählich Abstand genommen, da die Vorstellung bestand die Steinfestigkeit zu reduzieren.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

wenngleich die Beurteilung der Lehmsteingewölbe durch das Ober-Bau-Departement vernichtend ausfiel.¹⁰⁰³ Beispielweise wurde der Rauchabzug, eines Vierfamilienhauses in Krollshof-Reudnitz, Landkreis Oder-Spree, Amt Friedland Niederlausitz (nach 1811) mit horizontalen Ringschichten als eckiger Kegel ausgeführt.

Eine wichtiger werdende Anforderung an Mauerwerke bestand ab dem letzten Drittel des 18. Jh. verstärkt darin, das Trocknen zu beschleunigen. Wenn auch selten, wurden Hohlmauerwerke angelegt oder wie beim Neuen Museum in Berlin Lüftungskanäle während der Herstellung aus den Ziegeln ausgeschlagen, deren untere Öffnung nach der Mauerwerkstrocknung wieder zugesetzt wurden.¹⁰⁰⁴ Möglich war es auch, einzelne Belüftungslöcher vorzusehen bzw. nachträglich einzubringen. Zum Beispiel konnten hölzerne oder eiserne Stäbe in den Lagerfugen mit eingemauert werden, die nach Fertigstellung wieder herausgezogen wurden.¹⁰⁰⁵ Eine andere Möglichkeit bestand darin, in Ziegeln Belüftungskerbene vorzusehen¹⁰⁰⁶ oder im Mauerwerk bewusst Löcher freizuhalten, die nach vollständiger Fertigstellung wieder geschlossen wurden.¹⁰⁰⁷

PUTZE UND MÖRTELBELEGE

Eine der größten Herausforderungen an die Mauerwerke bestand darin, Wände und Gewölbe dauerhaft vor Feuchtigkeit zu schützen oder sie gegenüber solchen Einflüssen resistent zu machen. Wasser wirkte als Schlagregen, Spritzwasser und Erdfeuchtigkeit zerstörerisch. Daher wurde allgemein gefordert, jedoch nur im Ausnahmefall tatsächlich berücksichtigt, Gebäude leicht erhöht auf einem trockenen Bauplatz zu errichten.¹⁰⁰⁸ Als Mindesthöhe wurde Anfang des 19. Jh. ein Fuß (ca. 31,4 cm) angegeben, damit „Traufwasser“¹⁰⁰⁹ (Spritzwasser) nicht eindringen konnte. Für Lehmbauten wurde darüber hinaus noch gefordert, den Bauplatz möglichst weit entfernt von jeglicher Art Gewässer zu wählen.¹⁰¹⁰ Auch diese Forderung war rein theoretisch, da der Lehm zumeist unmittelbar neben dem Bauplatz gewonnen wurde und sich die entstandene Grube zumeist durch sich sammelndes Wasser in einen Teich verwandelte.¹⁰¹¹

Den einfachsten Schutz der Mauerwerke stellten Putze oder Schlämmen dar, denen gleichzeitig auch dekorative Aufgaben zukamen. Nach der heute gültigen DIN 18 550 T 1 und T 2 werden Wischputze, Schlämmputze, Bestrich, Rappputze unter 1,5 cm Dicke o. ä. nicht als Putze, sondern nur als ein- oder mehrschichtig angetragene Mörtelbeläge mit mineralischen Bindemitteln definiert, so dass viele historische Putze streng genommen heute keine Putze, sondern Mörtelbeläge sind.

Die meisten Mauerwerke waren Ende des 17. Jh. mit einem witterungsschützenden „Überzug“¹⁰¹² versehen.¹⁰¹³ Genau wie die Innenputze wurden alle Putze während des 18. Jh. je nach Landschaft und finanziellen Möglichkeiten aus einem Kalkmörtel mit und ohne Gips-

zusätzen aber auch mit oder aus Sparkalken in einer oder mehreren Lagen eingesetzt.¹⁰¹⁴ Spezielle Mörtel zur plastischen Außengestaltung für Gesimse oder sonstige Ornamente wurden als Wetterstuck bezeichnet, die mit und ohne Gipsanteile ein- oder mehrschichtig aufgebracht sein konnten.¹⁰¹⁵ Um die Witterungsbeständigkeit zu erhöhen, wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. jedoch nur gelegentlich die Ziegelsplittzugabe als vorteilhaft angeführt.¹⁰¹⁶ Mit der gleichen Absicht wurden in den 20er Jahren des 19. Jh. künstlich hergestellte, hydraulische Kalkmörtel empfohlen, die die bis dahin vorrangig gebräuchlichen Gips-Kalk-Gemische ersetzen sollten.¹⁰¹⁷ Dem dauerhaften Witterungsschutz der Außenwände durch Außenputze kam ab dem letzten Drittel des 18. Jh. wachsende Bedeutung zu.¹⁰¹⁸ Eine Vielzahl vermeintlich oder tatsächlich witterungsbeständiger Mörtelrezepturen wurde erfunden.¹⁰¹⁹ Beispielhaft werden hier nur zwei solcher Mörtel angeführt. Der sogenannte „Kreye’sche Mörtel“¹⁰²⁰, ein Kalkmörtel mit Zusätzen aus Schamottmehl, Blei und Öl, wurde von dem Baubeamten Kreye entwickelt. Diese Mischung soll für den Außenputz des Alten Museums in Berlin (1823/29) und für Deckenreparaturen im Deutschen Dom in Berlin in der ersten Hälfte des 19. Jh. verwendet worden sein.¹⁰²¹

Putze auf Lehmwänden

Ein weiterer, als sehr dauerhaft und witterungsbeständig eingestufte Außenputz war ein sogenannter „Musivischer Putz“¹⁰²², der sich durch kleine Granitstücke mit Größen zwischen ein und zwei Zoll (ca. 2,6 und 5,2 cm) oder andere harte Steine auszeichnete, die in einen ein Zoll¹⁰²³ (ca. 2,6 cm) starken pigmentierten Kalkmörtel gedrückt wurden. Ein erstes Gebäude, das 1810 in Berlin mit einem solchen Putz versehen wurde, befand sich in der Berliner Friedrichstraße.¹⁰²⁴

Einen hohen Stellenwert kam dem Witterungsschutz aller Lehmwände zu,¹⁰²⁵ gleichgültig ob diese aus Lehmsteinen als Weller- oder Stampfbauten errichtet wurden. Da das Bindemittel Kalk, als Grundlage aller bekannten, witterungsbeständigen Putze und Schlämmen¹⁰²⁶ mit Lehm keine chemische Verbindung eingeht, lösten sich solche Beläge schnell von den Lehmwänden.¹⁰²⁷ Das notwendige Interesse an witterungsbeständigen, dauerhaften Beschichtungen war daher für die Lehmwände größer als bei den Ziegelmauerwerken. Experimentiert wurde mit Gips- und Kalkmörtel oder Kalk-Ton-Gemischen, die zusätzlich mit Tierhaaren versetzt sein konnten.¹⁰²⁸ Die Beschichtungen wurden ein- oder mehrlagig aufgebaut.¹⁰²⁹ Die einzelnen Schichten der mehrlagigen Putze waren häufiger aus unterschiedlichen Mörtelgemischen zusammengesetzt. Ein solcher Putzaufbau bestand aus mehreren Lehmmörtelschichten, die immer stärker mit Sand abgemagert wurden und mit einer üblichen Kalkputzlage abschlossen.¹⁰³⁰

Eine weiteres in der ersten Hälfte des 19. Jh. empfohlenes Beschichtungssystem setzte sich aus mehreren Schichten zusammen. Dazu wurden Lehm-Sandmörtel in mehreren Lagen mal

mit Laugen, mal mit pflanzlichen Zusätzen angelegt, der sich mehrere hydraulische Kalkschlämme anschlossen und mit einer Pigmentierung durch eine mit Seifenwasser versetzten Leimschlämme abschlossen. Die Schichten wurden auf die noch feuchte Lehmmauer aufgebracht.¹⁰³¹

Um gezielt die Dauerhaftigkeit der Putze und Schlämmen vor allem auf Lehmwänden zu erhöhen, ließ z.B. David Gilly als Versuchsputz an seinem Schöneberger Lehmputzenbau eine Beschichtung aus frisch gelöschtem Kalk und Ochsenblut aufbringen und mit scharfem Sand abreiben. Nach zwei Jahren war der Anstrich an der Wetterseite abgewittert.¹⁰³² Hoch geschätzt wurde dagegen ein als regen- und sonnenbeständig eingestuftes Gemisch aus geschlämmtem Lehm und Steinkohlenasche, dessen Erfindung einem Professor Hermbstädt zugeschrieben wurde.¹⁰³³ Die Mehrzahl der angeblich witterungsbeständigen Putzrezepturen basierte auf Zusätzen aus Lehm, Holzkohlenasche, Sand und Leinöl¹⁰³⁴ aber auch aus Ziegel- und Kohlenstaub sowie Öl.¹⁰³⁵ Zum Teil bestand die witterungsbeständige Schicht der Lehmwand aber auch nur aus einer Öltränkung oder Teerüberzügen,¹⁰³⁶ die abschließend mit einer Kalkschlämme überzogen wurden.¹⁰³⁷

Um die Putzhaftung der Lehmwände zu gewährleisten, wurde einerseits versucht, den Anteil der mechanischen Haftung zu vergrößern und andererseits einen Putzuntergrund herzustellen, der sich chemisch mit einem Kalkmörtel verbinden konnte. Für eine verbesserte Putzhaftung blieben die Fugen der Ziegel- und Lehmsteinmauerwerke offen.¹⁰³⁸ Frische Lehmsteine wurden gelegentlich mit Ziegelstücken, kleinen, gesprengten Feldsteinen, Scherben oder alten Nägeln gespickt.¹⁰³⁹ Bei den Weller- und Lehmstampfbauten wurde die Oberfläche gezielt mit stumpfen Besen aufgeraut¹⁰⁴⁰ oder mit Stöcken gelöchert.¹⁰⁴¹ Die Oberfläche konnte, genau wie bei Lehmgefachen, mit einem kammförmigen Instrument ungefähr einen halben Zoll¹⁰⁴² (ca. 1,3 cm) tief geritzt sein. Ebenso wurden Ziegel- oder Holzstücke in den noch weichen Lehm eingedrückt¹⁰⁴³ oder es wurde wie bei dem Stampfbau in Wensickendorf, Hauptstraße 64, Landkreis Oberhavel, Amt Oranienburg Land, die Wand mit Draht bespannt.

Mit den äußerlich eingedrückten Ziegel- und Holzstücken war die Vorstellung verbunden, gleichzeitig das Trocknen zu beschleunigen¹⁰⁴⁴ und einen dauerhaften Wetterschutz zu erreichen.¹⁰⁴⁵ In der Absicht einen dauerhaften Haftgrund für Putze auf den Lehmwänden herzustellen, wurden in die noch frischen Lehmwände Hölzer eingeschlagen und diese abgebrannt. Dadurch entstand eine Schicht bzw. Rinde aus gebranntem Lehm, der zwar einen gebrauchsfähigen Putzgrund darstellte, sich jedoch recht bald von der ungebrannten Wandhälfte trennte und mit der Zerstörung der Wand endete.¹⁰⁴⁶

Putztechniken

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden folgende Putze unterschieden, ohne dass diese Unterteilung abschließend war: Der Rappputz, als einer der gebräuchlichsten Außenputze war ein Anwurf aus magerem Mörtel,¹⁰⁴⁷ während der gesteppte Putz mit einer Kelle abgezogen und anschließend mit einem „abgestumpften Besen“¹⁰⁴⁸ gelöchert wurde. Als ein sehr witterstandsfähiger Putz wurde der sogenannte Krausbewurf eingestuft, ein Kalkmörtel mit erbsen- oder haselnussgroßem Kieszuschlag und Tierhaarzusätzen.¹⁰⁴⁹

Abdichtungen

Maßnahmen zur gezielten Wasserabdichtung erdberührender oder sonst dem Wasser ausgesetzter Wände und Gewölbe bestand neben konstruktiven Maßnahmen darin, abdichtende Mauermörtel, Sperrputze,¹⁰⁵⁰ Estriche¹⁰⁵¹ oder Kitten einzusetzen. Solche Wände und Gewölbe waren nach Möglichkeit aus wasserbeständigen Steinen zu errichten.¹⁰⁵²

Als Mauermörtel wurden dünnfugige Wassermörtel¹⁰⁵³ oder möglichst kalkfreier Ton eingesetzt.¹⁰⁵⁴ Die abdichtende Wirkung des als Mauermörtel eingesetzten Tons wurde jedoch Ende des 18. Jh. wegen einer angenommenen Rissbildung in Frage gestellt.¹⁰⁵⁵ Wirkungsvoller als abdichtende Mauermörtel wurden Beschichtungen eingestuft.¹⁰⁵⁶ Diese waren in der Mitte des 18. Jh. bereits in ein Abdichtungssystem eingebunden. Dabei wurden äußerlich Bruchsteine vorgesehen, an die sich innen eine Ziegelmauer anschloss, die mit einem Sperrputz versehen war.¹⁰⁵⁷ Eingesetzt wurden entweder Tonüberzüge,¹⁰⁵⁸ wie sie Anfang des 18. Jh. auch bei städtischen „Wasser-Hälter[n]“¹⁰⁵⁹ eingesetzt wurden, als auch ein- oder mehrschichtige Mörtelgemische, die in ihrer Zusammensetzung mit Ziegelmehl, Ton, verschiedenen Steinmehlen, gemahlenen Schlacken, Kohlen, Kalken, Aschen, Glas, Metallen, Gips, Tran, Eiweißen und Teer wasserabdichtenden Kitten nah kamen und mit Öl vermischt und ggf. auch aufgekocht sein konnten.¹⁰⁶⁰ Als Schichtstärken wurden beispielsweise Ende des 18. Jh. vier Zoll¹⁰⁶¹ (ca. 10,4 cm) angegeben. Eine besondere Abdichtungsschicht wurde ab der ersten Hälfte des 18. Jh. angeführt, die aus Biberschwanzziegeln sogenannten „Hohlziegeln“¹⁰⁶² und einem kittähnlichen Mörteln schuppenartig äußerlich vor die Grundmauer gesetzt wurden (vgl. S. 136).

Obwohl die abdichtende Wirkung innen angebrachter Überzüge in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zunehmend in Frage gestellt wurde,¹⁰⁶³ dienten Anfang des 19. Jh. innen angeordnete Teerschichten oder mit Kupfernägeln befestigte Bleifolien als akzeptierte Sanierungsmaßnahme feuchter Kellerwände.¹⁰⁶⁴ Nahezu unlösbar war die Abdichtung nachbarlicher Grundmauern.¹⁰⁶⁵

Insbesondere für Gewölbe von Festungsbauwerken oder Vorratslager, die im Erdreich eingegraben waren, wurden äußerlich wasserabsperrende Schichten aufgebracht.¹⁰⁶⁶ In der ersten Hälfte des 19. Jh. kam der Abdichtung von Tunnelröhren und von zu militärischen Zwe-



Abb.48 Potsdam, Spornstraße 6 (1773) Der Gebäudesockel wurde außen durch Sandsteinplatten und innen durch eine Ziegelmauer begrenzt. Der Mauerkern des Schalenmauerwerks wurde mit Steinen und Mörtel verfüllt. Über dem Sandsteinsockel begann die aufgehende Wand mit einer Läuferschicht aus härteren, hochwertigeren Ziegel, der die Funktion einer horizontalen Abdichtung zugeordnet werden kann.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

cken errichteten Gewölben größere Bedeutung zu. Zum Beispiel wurden die Gewölbe in Verteidigungskasematten äußerlich dachförmig abgeglichen und schlossen mit einer in Kalkmörtel verlegten, doppelten Ziegellage ab, der ein Sperrputz aus Kalkmörtel mit Ziegelmehl- und Aschezusätzen folgte. Als Schutzschicht wurde eine trockene Ziegellage angelegt. Zwischen den Gewölben wurden Sandsteinrinnen verlegt, um sich sammelndes Wasser abführen zu können. Die Rinne wurde wiederum mit einer Spitzbogenwölbung und einer anschließenden Ton- und Kiesschicht geschützt.¹⁰⁶⁷

Eine weitere Abdichtung gegen eindringende Feuchtigkeit stellten Horizontalsperren dar, die unter Hinweis auf Römer und Holländer mit einem trasshaltigen Mörtel und darüber hinaus auch durch alle bekannten Wassermörtel, Tone und fette Lehme während des 18. Jh. bekannt waren.¹⁰⁶⁸ Anstelle horizontaler Mörtelschichten wurden auch horizontale Steinschichten als Horizontalsperren in der zweiten Hälfte des 18. Jh. angelegt, wie sie beispielsweise mit einer hochwertigen Ziegelschicht über dem Sandsteinsockel des Gebäudes Spornstraße 6 in Potsdam (1773) eingesetzt wurde (Abb. 48).

Für Horizontalsperren, die in der ersten Hälfte des 19. Jh. auch als „Isolierschichten“¹⁰⁶⁹ bezeichnet wurden, kamen alle verfügbaren, vor allem neue Materialien, wie dünne sich überdeckende Bleiplatten, ein viertel Zoll (ca. 0,65 cm) starke Glasscheiben, die mit Fensterkitt ausgefugt wurden oder „Cementsperrputze“ in Stärken zwischen ein und eineinhalb Zoll¹⁰⁷⁰ (ca. 2,6 und 3,9 cm) zum Einsatz.

Konstruktiv hatte der Gebäudesockel den Schutz sowohl gegenüber aufsteigender Feuchtigkeit als auch gegen Spritzwasser sicherzustellen.¹⁰⁷¹ Stärker noch als bei Ziegelmauerwerken wurde bei Lehmwänden auf die Anlage von Gebäudesockeln Wert gelegt,¹⁰⁷² die deshalb in der Regel nicht aus Lehm, sondern vorzugsweise aus lagerhaften Natursteinen und höherwertigen Ziegeln mit einem Kalkmörtel aufgeschichtet werden sollten.¹⁰⁷³ Auffällig ist, dass Puzzolane, Ziegelmehl oder Trass für Sockelmauerwerke der Lehmgebäude nur in Ausnahmen angeführt wurden. Der Natursteinsockel des um 1800 errichteten und heute zerstörten Gutshauses¹⁰⁷⁴ in Kleinmachnow, Landkreis Potsdam-Mittelmark, wurde aus gebrochenen Granitfindlingen sorgfältig mit einem kalkhaltigen Mörtel verarbeitet. Während einfachere Gebäude, wie die geschalteten Lehmstampfbauen in Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg Höhe, Tauche, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Krollshof-Reudnitz, Landkreis Oder-Spree, Amt Friedland (Niederlausitz) und dem Lehmputzenbau in Kosenblatt, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, auf niedrigen, zwischen fünf bis zwanzig Zentimeter hohen Sockel aus Ziegelbruch, Ziegeln, Flusskieseln, gebrochenem Granit zusammen mit stark gestrecktem lehmhaltigen Mörtel erstellt worden waren. Ganz offiziell wurden Lehm- und Strohlehm-Gemische¹⁰⁷⁵ oder Ton¹⁰⁷⁶ für die Sockelmauerwerke bei einfachen Lehmgebäuden als völlig ausreichend bewertet. Verbreitet war die Vorstellung, die Sockel

der Lehmbauten sowie auch die der Ziegelmauerwerke waagrecht abzugleichen. Sofern nur lagerhafte Natursteine verfügbar waren, genügten diese oder es wurden eine oder mehrere Ziegelschichten angelegt. Der Sockelabgleich diente gleichzeitig als Feuchtigkeitssperre. Er galt als sichergestellt, wenn eine oder mehrere Bruchsteinschichten¹⁰⁷⁷ oder zwei bis vier in Kalkmörtel verlegte Ziegelschichten vorhanden waren.¹⁰⁷⁸

Beispiele von solchen mit Natursteinen abgeglichenen Sockelmauerwerken sind die Stampflehmbauten in Tauche, Beeskower Chaussee 1, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, das Wohngebäude in Wensickendorf, Hauptstraße 64, Landkreis Oberhavel, Amt Oranienburg Land. Sockelmauerwerke konnten ebenso mit einer Ziegel- oder Ziegelbruchschicht wie bei dem Stampflehmbau in Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg Höhe und bei dem Lehmputzenbau in Kossenblatt, Theodor-Fontane Straße 21, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, abschließen. Vereinzelt wurde das Abgleichen der Sockelmauerwerke für Lehmbauten abgelehnt¹⁰⁷⁹ und statt dessen gefordert, sogenannte „gezahnte Sockel“¹⁰⁸⁰ anzulegen, deren Herstellung jedoch weitgehend unbekannt war. Ebenso wurde von dem Sachsen Lange im zweiten Drittel des 18. Jh. für Gebäudesockel der Wellerbauten nahegelegt, diese vollständig aus Lehm oder Ton zu errichten und nach einer, wie auch immer durchgeführten, mehrjährigen Trockenphase, mit einer als wasserdicht beurteilten Ziegelschicht zu verblenden.¹⁰⁸¹ Diese nur durch die Literatur bekannte Sockelkonstruktion lehnte beispielsweise David Gilly als besonders schadensanfällig ab.¹⁰⁸² Neu erfunden wurde diese leicht abgewandelte Konstruktion als „natürliche Fundamentmauer“¹⁰⁸³ Anfang des 19. Jh. durch den Baubeamten Sachs. Im Kern sollte sie aus anstehendem Lehm bestehen und mit Läuferschichten aus Mörtelsteinen bekleidet werden, die nach jeder vierten Schicht durch eine Binderschicht mit dem Mauerkern eingebunden waren.

Nicht nur die Außenwände, sondern auch die Innenwände konnten mit wasserbeständigen Schichten versehen sein. Um 1800 wurde für Lehmsteinmauerwerke im Bereich der Fußleisten an den Innenräumen Ziegel als wasserbeständige Schicht nahegelegt. Für die Raumsäuberung wurde mit so starken Wassermengen gerechnet, dass eine schädigende Durchfeuchtung der Innenwände befürchtet wurde. Die Schichthöhe wurde für alle Geschosse mit einer Höhe von einem Fuß¹⁰⁸⁴ (ca. 31,4 cm) angegeben. In der ersten Hälfte des 19. Jh. erfolgte eine Reduzierung auf sechs Zoll¹⁰⁸⁵ (ca. 15,6 cm).

Salzbelastung

Eng mit der aus dem Erdreich aufsteigenden Feuchtigkeit war die Belastung der Mauerwerke mit Salz verbunden. Dieser Zusammenhang wurde jedoch erst während der ersten Hälfte des 19. Jh. deutlich hergestellt.¹⁰⁸⁶ Bis dahin wurde der sogenannte „Mauerfraß“¹⁰⁸⁷ wegen seiner zerstörerischen Wirkung als ein großes, aber weitgehend unlösbares Problem angesehen, das nahezu jedes Gebäude betraf. Salz wurde zwar als Ursache erkannt, die Wir-

kung hilfsweise mit diversen, eigenwilligen Theorien erklärt, meist jedoch ohne eine klare Lösung zu erhalten. Beispielsweise wurden sogenannte „Luftsalze“¹⁰⁸⁸ angenommen, die durch die Luft schweben und sich auf den Mauerwerken niederlassen würden. Muttererde, die sogenannte Dammerde¹⁰⁸⁹ oder Exkrementen¹⁰⁹⁰ wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. als eine weitere Salzquelle erkannt, weshalb ab dem Ende des 18. Jh. verstärkt darauf hingewiesen wurde, solche Substanzen nach Möglichkeit von Mauerwerken fern zu halten. Es stellte sich in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. heraus, dass auch in den meisten Baumaterialien selbst Salze enthalten waren.¹⁰⁹¹ Die Erkenntnis, dass Salze eine wasseranziehende Wirkung besitzen,¹⁰⁹² ließ einen Zusammenhang zur zerstörerischen Wirkung und eindringender Feuchtigkeit herstellen.

SICHTMAUERWERKE

Ziegelsichtige, unverputzte Mauerwerke, die nur mit teuren witterungsbeständigen Ziegeln hergestellt werden konnten, stellten Ende des 17. bis in das 18. Jh. in der Mark eine Ausnahme dar. Erst in Folge des wachsenden Angebots witterungsbeständiger Ziegel und der ästhetischen Bevorzugung ziegelsichtiger Fassaden in der ersten Hälfte des 19. Jh.¹⁰⁹³ nahmen ziegelsichtige Gebäude in ihrer Anzahl zu. Da nun das gesamte Gebäude darauf abgestimmt wurde, wurden Maueröffnungen, Vor- und Rücksprünge gestalterisch auf den Mauerverband und sein Raster ausgerichtet. In der Fassadengestaltung war an den Gebäudeecken der Wechsel von Binder- und Läuferschichten zu berücksichtigen.¹⁰⁹⁴

Bestimmend war es während des 18. und der ersten Hälfte des 19. Jh., die Mauerwerksverblendungen sichtbarer Ziegel in den Verband des tragenden Mauerwerks mit einzubinden.¹⁰⁹⁵ Die außen eingesetzten, sichtbaren Ziegel waren in der Regel höherwertig als die Ziegel der inneren, tragenden Mauer. Diese einschaligen Mauerwerke entsprechen prinzipiell der heute gültigen DIN 4172, die Sichtmauerwerke definiert. Die heute allerdings einzuhaltende Schlagregensicherung, beispielsweise durch eine Schalenfuge von zwei Zentimeter, fand erst in der zweiten Hälfte des 19. Jh. Berücksichtigung, so dass die Sichtmauerwerke des 18. und frühen 19. Jh. vor allem an den Wetterseiten durch Schlagregen gefährdet sind.

Bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jh. wurden Sichtmauerwerke vorrangig als Kreuzverband ausgeführt, während danach vor allem der Binderverband als besonders geeigneter Verband hervorgehoben wurde.¹⁰⁹⁶ Die gleichmäßige, kleinteiligere Oberflächenstruktur des Binderverbandes machte ihn gegenüber dem Kreuzverband gestalterisch wesentlich interessanter. Stilistisch legitimiert wurde der Binderverband nun als anerkannter antiker Verband, der dem vermeintlichen Idealverband der Antike, dem Läuferverband, gleichgesetzt wurde¹⁰⁹⁷ (vgl. S. 160). Durch den Wechsel von Binderschichten und Schichten mit Quartierstü-

cken ließ sich der Binderverband konstruktiv besser als ein Läuferverband in ein tragendes Mauerwerk einbinden.¹⁰⁹⁸

MISCHMAUERWERKE

Ein aus verschiedenen Steinarten hergestelltes Mauerwerk gilt heute als Mischmauerwerk. Dabei kann das Mischmauerwerk sehr unterschiedlich ausgebildet sein. Einerseits gelten alle wild durcheinander aus einem Sammelsurium an Steinen in mehr oder weniger geordneten Steinverbindungen als Mischmauerwerke. Andererseits zählen auch Mauerwerke dazu, bei denen einzelne Abschnitte aus unterschiedlichen Steinarten bestehen. Für solche während des 18. Jh. häufiger werdenden Mauerwerke wurden unterschiedliche Steinqualitäten in Abhängigkeit der an sie gestellten Anforderungen eingesetzt. Ein anschauliches Beispiel ist das Wohngebäude Lindenstraße 20, in Kossenblatt, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche (ca. Mitte 19. Jh.) (Abb. 49).

Alle Bauteile, die durch Spritzwasser und Lasteinwirkung gefährdet sind, wie die Mauerwerke bis in Brüstungshöhe, die Fenstereinfassung und der bei Schlagregen gefährdete Dachgiebel wurden aus gebrannten Ziegeln errichtet, während das übrige, geschützte Mauerwerk mit Lehmsteinen hergestellt wurde.

Angenommene Wasser- und Krafteinwirkungen beeinflussten am stärksten den gezielten Einsatz darauf abgestimmter Baumaterialien. Innerhalb der Ziegelmauerwerke wurden dazu unterschiedliche Ziegelqualitäten eingesetzt, während bei den Mischmauerwerken verschiedene Steinarten zur Anwendung kamen. Wegen der angenommenen eingeschränkten Festigkeit aller Lehmwände wurde bei diesen verstärkt auf die abgestimmte materialgerechte Baustoffwahl geachtet. Wegen der Lasteinwirkung durch den Dachstuhl wurde daher bei Lehmsteinmauerwerken Ende des 17. Jh. gefordert, die Mauer mit einem eineinhalb Fuß¹⁰⁹⁹ (ca. 47,1 cm) hohen Ziegelabschluss zu beenden. Solche konstruktiven Maßnahmen konnten wie in Mähren gleichzeitig Ausdrucksmittel der sozialen Stellung sein. Dort kam der unter der Mauerlatte aus Ziegeln angelegten Rollschicht Anfang des 19. Jh. für Lehmgebäude eine solche Bedeutung zu.¹¹⁰⁰ Wenn auch nicht überall eingesetzt, so wurde der aus Ziegeln hergestellte Mauerabschluss auch in der Mark, wie bei der Stampflehmscheune (nach 1848) Zauchowitzer Straße 44, Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf, berücksichtigt (Abb. 50).

MISCHMAUERWERKE MIT ZIEGELVERBLENDUNG

Eine besondere Form der Mischmauerwerke war die Verblendung von Lehmsteinmauerwerken mit Ziegeln, um den Lehm dauerhaft vor Witterungseinflüssen zu schützen. Die tragenden Wände bestanden in der Regel aus Lehmputzen oder Lehmsteinen, wobei letztere wegen des gleichen Steinformats mit Ziegeln besser zu einem Verbund verarbeitet werden

konnten.¹¹⁰¹ Wohl im Sinne von Versuchsbauten wurden Gebäude mit Mischmauerwerken Ende des 18. Jh. in der Nähe von Potsdam-Sanssouci und in einem Dorf nahe Potsdam ausgeführt.¹¹⁰² Ob die Verblendung ziegelsichtig oder verputzt war, blieb unerwähnt. Die tragende Lehmsteinmauer und die Ziegelverblendung wurden gleichzeitig in einem Kreuz- bzw. Blockverband errichtet.¹¹⁰³ Die Läuferschichten der Ziegelverblendung banden eine halbe Steinlänge ein, während die Binderschichten sich mit einer Steinlänge in das Mauerwerk einfügten.¹¹⁰⁴ Die Ziegel wurden in Kalkmörtel verlegt, während die Lehmsteine mit einem Lehmmörtel verarbeitet wurden.¹¹⁰⁵ Um den Fuganteil solcher tragenden Lehmsteinwände zu reduzieren, wurden größere Lehmsteinformate in Erwägung gezogen.¹¹⁰⁶ Während der Errichtung wölbte sich die tragende Wand nach innen, während die Verblendung ihre Position nicht veränderte.¹¹⁰⁷ Nach fortgeschrittener Trocknung fand die tragende Wand wieder in ihre Ausgangsposition zurück. Das Ober-Bau-Departement stand diesen Mischmauerwerken positiv gegenüber,¹¹⁰⁸ sah jedoch noch weiteren Untersuchungsbedarf.¹¹⁰⁹ Während der ersten Hälfte des 19. Jh. erfreute sich dieses Mischmauerwerk häufig mit geputzten Ziegelverblendungen wegen der geringeren Herstellungskosten in der Kurmark und Mecklenburg größerer Verbreitung.¹¹¹⁰ Die genaue konstruktive Ausbildung war sehr unterschiedlich. Wie in dem Beispiel der ziegelsichtigen Scheune der Gutsanlage in Zernikow, Landkreis Uckermark, Amt Prenzlau-Land, war der Anteil gebrannter Ziegel vergleichsweise hoch (Abb. 51 u. 52). Lehmsteine wurden innen nur als Binder der tragenden Wand eingesetzt, während die Läufer fast ausschließlich aus Ziegel bestanden.

Gelegentlich konnten die Mischmauerwerke auch den Charakter mehrschaliger Mauerwerke haben (vgl. S. 136). In dem Beispiel des stark verfallenen Wohngebäudes in Prötzel-Sägewerk, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch (ca. 40er Jahre 19. Jh.), bestand das tragende, sehr unregelmäßige Mauerwerk weitgehend aus Lehmsteinen und Ziegelbruch sowie einer geputzten Ziegelverblendung. Teile des nordöstlichen Giebels waren innen mit Lehmsteinen in einem Läuferverband ohne eine erkennbare Verbindung zur Ziegelverblendung hergestellt.

Es zeigte sich bereits in den 20er Jahren des 19. Jh., dass die mit Ziegeln verblendeten Mischmauerwerke massive statische und konstruktive Schäden aufwiesen. Bei Gebäuden mit mehr als zwei Geschossen führte die unterschiedliche Festigkeit zu Setzungsrissen.¹¹¹¹ Konstruktiv führte die dünne Verblendung dazu, dass sich dahinter Regenwasser sammelte, weshalb Hausschwamm vor allem in den oberen, besonders gefährdeten Geschossen auftrat.¹¹¹² Obwohl die verblendeten Mischmauerwerke mit tragenden Lehmwänden bereits in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. konstruktiv abgelehnt wurden,¹¹¹³ erfreuten sie sich bei den Entrepreneurs dennoch großer Beliebtheit. Sie setzten die verblendeten Mischmauerwerke vorzugsweise für durch Schlagregen beanspruchte Front- und Giebelmauern ein.¹¹¹⁴ Die ständig wachsende Zahl an Bauschäden solcher Mauerwerke führte in den 40er Jahren des 19. Jh.

dazu, die verblendeten Mischmauerwerke mit tragenden Lehmwänden auf eingeschossige Bauten bzw. Mauerhöhen auf bis zu zwölf Fuß¹¹¹⁵ (ca. 3,8 m) zu beschränken. Entsprechend wurde bei mehrgeschossigen Bauwerken das obere Geschoss als verblendete Lehmwand ausgeführt, während die unteren Gebäudemauerwerke aus Ziegeln oder Bruchsteinen errichtet wurden. Der Preisvorteil der Lehmwände blieb auch bestehen, nachdem sich die Ziegelpreise während des 19. Jh. reduzierten.¹¹¹⁶ Verputzte, mit Ziegeln verblendete Lehmsteinmauerwerke waren während des 19. Jh. in der Mark häufig angelegte Mauerwerke.

MISCHMAUERWERKE MIT NATURSTEINVERBLENDUNG

Größere Beachtung fanden tragende Ziegelmauerwerke, die im Verbund mit Natursteinverblendungen errichtet wurden. Sie wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. als zusammengesetzte Gemäuer, gemischte Mauerwerke, Mischmauerwerke, hintermauerte Bekleidung oder doppelte Mauer bezeichnet.¹¹¹⁷ Bekannt waren die mit Natursteinen verblendeten Mischmauerwerke vor allem in Verbindung mit Festungsbauwerken im 17. und 18. Jh. (vgl. S. 260 ff.). Außerhalb der Mark wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. anstelle der Ziegel gleichberechtigt lagerhafter Naturstein für das tragende Mauerwerk eingesetzt.¹¹¹⁸

Die historischen Mauerwerke mit Natursteinverblendungen entsprechen dem Prinzip nach den heute nach DIN 18332 definierten Mischmauerwerken. Die heute geforderte Verblendung aus regelmäßigen Natursteinschichten, eine geforderte Mindestbreite einer aus Ziegeln errichteten, tragenden Wand und genaue Vorgaben die Verblendung zu verankern können für die historischen Mischmauerwerke nicht erwartet werden.

Die Verblendung mit quaderförmigen Natursteinen wurde bevorzugt, wie in Abbildung 53, Figur 84 dargestellt, mit einem gotischen Verband in das tragende Mauerwerk mit eingebunden.¹¹¹⁹ Die in Figur 88 angeführte Verbindung von Läufer und Binder wurde bereits im 17. Jh. für Stützmauern empfohlen. Durch die unterschiedlichen Baustoffeigenschaften, vor allem hinsichtlich Witterungseinflüssen, erwiesen sich Natursteinverblendungen als besonders schadensanfällig.¹¹²⁰ Hinzukommende konstruktive Probleme bereiteten die ECKEINBINDUNGEN der Werksteinverblendungen. Um fest in die tragende Wand einzubinden, mussten die Eckquader zudem sehr groß ausfallen.¹¹²¹

Natursteinverblendungen stießen wegen ihrer größeren Schadensanfälligkeit und dem erheblichen materiellen Aufwand insbesondere für die Eckbefestigung in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. auf Ablehnung. Statt dessen wurden für Fassaden Werksteinbekleidungen vorgezogen.¹¹²²

Eine Sonderform der Natursteinverblendung stellte das Zyklopenmauerwerk dar. Durch antike Monumente und antike Architekturtraktate war das Zyklopenmauerwerk während des 17. und 18. Jh. zwar bekannt, jedoch für die Mauerherstellung weitgehend unbedeutend. Bedingt durch die Antikenrezeption in der ersten Hälfte des 19. Jh. kam dem Zyklopenmau-



Abb.49 Kossenblatt, Lindenstraße 20 (1. Hälfte 19. Jh.) Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, eingeschossiges Wohngebäude. Entsprechend den jeweiligen Anforderungen einzelner Bauteile wurden Steine mit geeigneten Eigenschaften eingesetzt. Sockel (Spritzwasser) und Giebfeld (Schlagregen) wurden Ziegel verarbeitet, während für die geschützten Wandpartien die preiswerteren Lehmsteine Verwendung fanden.



Abb.50 Kleinscheune in Stücken, Zauchowitzer Straße 44 (nach 1848), Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf, Bei angenommenen Lasteinwirkungen, beispielsweise durch den Dachstuhl, erfolgte der Einsatz festerer Materialien (Ziegel) und Herstellungstechniken (Mauerwerk).

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN



Abb.51
Scheune der Gutsanlage
Zernikow (1. Drittel 19.
Jh.), Uckermark, Prenzlau-
Land, Ansicht außen (Auf-
nahme 1999).



Abb.52 Scheune der Gutsanlage Zernikow (1. Drittel 19. Jh.), Uckermark, Prenzlau-Land, Ansicht innen. Außen und für die Binder-
schichten wurden Ziegel verwendet, während für die inneren Läufer Lehmsteine eingesetzt wurden. Das Mauerwerk war preiswerter als
eins vollständig aus Ziegel errichtet.

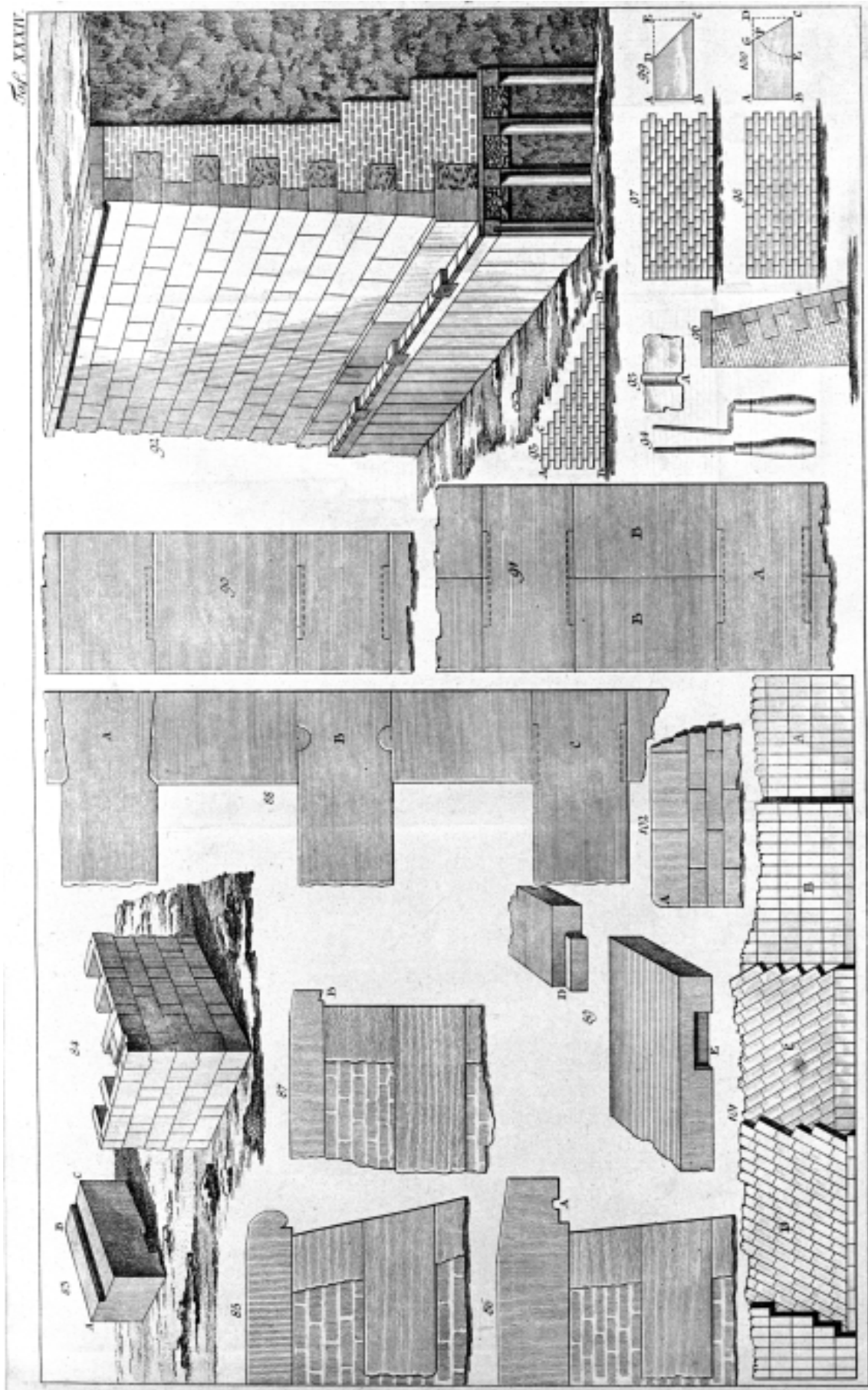


Abb.53 Eytelwein (1805) 1820. Tafel XXXIV. Für die Verblendung mit quaderförmigen Natursteinen wurde der gotische Verband bevorzugt. Die Binder wurden in das tragende Mauerwerk eingebunden. Die in Figur 88 angeführte Verbindung von Läufer und Binder wurde bereits im 17. Jh. für Stützmauern empfohlen. Durch die unterschiedlichen Baustoffeigenschaften, vor allem hinsichtlich Witterungseinflüssen, erwiesen sich Natursteinverblendungen als besonders schadensanfällig.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN



Abb.54 Potsdam, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63), Nordseite Konzipiert als Verblendung wurden Kalksteine mit der Optik eines Zyklopenmauerwerks durch einen Wechsel von Bindern und Läufern in tragende Wand eingebunden. Tragende Wand und Verblendung wurden gleichzeitig errichtet. Da sich mit den Bindern jedoch keine feste Verankerung in die tragende Wand herstellen ließ, wurde trotz der „Verzwickelungen“ der Schwerpunkt der Verbindung auf einen künstlich hergestellten hydraulischen Mörtel gelegt. Es ist bei diesem Beispiel eher von einer Bekleidung, denn einer Verblendung zu sprechen.

erwerk gestalterisch größere Bedeutung zu.¹¹²³ Ein Zyklopenmauerwerk, das sich vollständig aus polygonalen Steinen über die gesamte Mauerbreite passgenau zusammengefügte,¹¹²⁴ wurde mit den gestalterisch eingesetzten Verblendungen nicht verfolgt. Für den 1841 begonnenen Schlossneubau im schlesischen Cammenz und für das Belvedere auf dem Pfingstberg in Potsdam (1847) wurden Verblendungen in der Manier eines Zyklopenmauerwerks ausgeführt (Abb. 54). Die Verblendung des Schlosses in Cammenz wurde als ständiger Wechsel von Bindern und Läufern beschrieben, die gleichzeitig mit der tragenden Wand errichtet wurde. Da mit den Bindern jedoch so gut wie keine feste Verankerung in die tragende Wand sich herstellen ließ, wurde trotz der „Verzwickelungen“¹¹²⁵ der Schwerpunkt der Verbindung auf einen künstlich hergestellten hydraulischen Mörtel gelegt.¹¹²⁶ Die mit Kalksteinen ausgeführte Verblendung des Potsdamer Belvederes ist gleichartig,¹¹²⁷ so dass faktisch eher von einer Bekleidung, denn einer Verblendung gesprochen werden muss.

MAUERWERKSBEKLEIDUNGEN

Durch antike und neuzeitliche, italienische und französische Mauerbekleidungen in Form aufwendiger Inkrustationen oder anderer Bekleidungen aus natürlichen und künstlichen Steinen kam diesen im 18. und 19. Jh. eine hohe gestalterische Bedeutung zu.¹¹²⁸ Im Unterschied zu den Verblendungen sind Mauerbekleidungen nicht in das tragende Mauerwerk mit eingebunden und übernehmen damit keine tragende Funktion.¹¹²⁹ Mauerbekleidungen wurden als zweite Schale bezeichnet,¹¹³⁰ sind äußerlich flächig aufgelegt und werden durch Mörtel, Drähte, Haken oder schwalbenschwanzförmige Ankersteine gehalten.¹¹³¹

Zuerst wurde die tragende Mauer errichtet, an der die Bekleidung angebracht wurde. Märkische Beispiele bekleideter Mauerwerke der Mitte des 18. Jh. sind die Thetis- (1749) und Neptungrotte (1751/57), in Potsdam-Sanssouci. Die Auskleidung dieser Bauwerke besteht aus kleinen Steinstücken. Wandteile des Marmorpalais im Neuen Garten in Potsdam (1787/91) wurden mit größeren Marmorplatten bekleidet.

Neben den Werksteinbekleidungen wurden auch Ziegel und Terrakotta als Bekleidungen eingesetzt. Ein besonders prominentes Beispiel sind Außenwandbekleidungen der zerstörten Berliner Bauakademie (1831/36). An das zuvor errichtete „tragende Mauergerüst“¹¹³², den Außenwänden, wurde oben beginnend eine Bekleidung aus Ziegeln und Terrakotta in Mörtel angesetzt.

Als Bekleidungen waren jedoch alle verfügbaren Materialien denkbar, so auch Bruchsteinstücke; zu sehen an der Gutsanlage (um 1850) in Groß-Ziethen, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schönefeld. Wie in Abbildung 55 zu sehen, wurden Lehmsteinmauerwerk mit Bruchsteinplatten bekleidet, indem gebrochene Feldsteine in Schichtstärken zwischen zwei bis ca. sieben Zentimetern in einem Kalkmörtel gegen die Lehmsteinwand gesetzt wurden.

Insbesondere bei größeren Gebäuden wurden in der Mitte des 19. Jh. infolge der vertikalen Pressung und Setzungen der tragenden Wände Kraftwirkungen auf die Bekleidung erkannt, die zu Absprengungen vor allem der Werksteinbekleidungen führten.¹¹³³ Dadurch erhielten Hohlfugen für die Konstruktion der Mauerbekleidungen eine neue, bisher nicht bekannte Bedeutung.

MEHRSCHALIGE MAUERWERKE

Eine exakte begriffliche Abgrenzung mehrschaliger Mauerwerke ist für den Zeitraum des 18. und frühen 19. Jh. nicht möglich, da die Begriffe wie doppelte Mauer oder Hohlmauer sowohl für Hohlmauerwerke, tragende Wände mit Bekleidungen als auch für Wandkonstruktionen aus mehreren konstruktiv getrennten Schalen verwendet wurden. Heute werden diese Mauerwerke als zweischaliges Mauerwerk mit Luftschicht bezeichnet.

Unter Hinweis auf Vitruv und im weitesten Sinne bekannte Bauuntersuchungen antiker römischer Bauwerke in der zweiten Hälfte des 18. Jh. waren „Doppelte Mauern“ sowohl als konstruktiver Feuchtigkeitsschutz als auch als Schutz vor „Wind und Dünsten“¹¹³⁴ und Sonneneinwirkung¹¹³⁵ bekannt. In den 70er Jahren des 18. Jh. sorgte eine erdberührende „doppelte Mauer“¹¹³⁶ als Feuchtigkeitsschutz in Dresden für Aufmerksamkeit. Nicht auszuschließen ist, dass es sich bei der nicht näher beschriebenen Konstruktion um die oben angeführte Sperrschicht mit Biberschwanzziegeln handelt. Neben der vorrangigen Bedeutung als Feuchtigkeitsschutz¹¹³⁷ fanden die mehrschaligen Mauerwerke größeres Interesse zur Gebäudedämmung,¹¹³⁸ wozu dann allerdings auch Erdanschüttungen bzw. eingegrabene Häuser zählten.¹¹³⁹

Die Hohlmauerwerke, auch in Verbindung mit Pfeiler-Bogen-Konstruktionen oder Strebe-pfeilern, wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. und zu Beginn des 19. Jh. immer wieder als standsicheres, dämmendes und die Feuchtigkeit abhaltendes Mauerwerk angeführt.¹¹⁴⁰ Das mehrschalige Mauerwerk setzte sich aus zwei oder mehreren Mauerschalen zusammen, welches durch regelmäßige Binder, analog einem gotischen Verband, oder durch gelegentliche Schalenanker miteinander verbunden war. In der Mitte des 19. Jh. wurden als Binder auch geteerte Bandeisen genutzt.¹¹⁴¹ Der Abstand beider Schalen wurde während der zweiten Hälfte des 18. Jh. sowohl mit einigen Zoll als auch mit einigen Fuß angegeben.¹¹⁴² Um beispielsweise die angenommene Sperrwirkung der Hohlmauerwerke gegen Feuchtigkeit zu verstärken, kam es auch vor, dass der Hohlraum mit Eisenschlacke und einem Kalkmörtel¹¹⁴³ oder wie in einem nicht näher beschriebenen Moskauer Beispiel mit Kohlenpulver verfüllt wurde.¹¹⁴⁴ In Großbritannien und Frankreich wurden mehrschalige Mauerwerke vorzugsweise in Kombination mit Hohlsteinen und Hohlziegeln in der ersten Hälfte des 19. Jh. aufgegriffen, um unter anderem günstige Unterkünfte für sozial benachteiligter Klassen, zu entwickeln.¹¹⁴⁵ Die in Großbritannien eingesetzten Mauerschichten waren durchschnittlich zwei



Abb.55 Scheune der Gutsanlage Groß-Ziethen (1. Hälfte 19. Jh.), Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schönefeld, Die tragende Wand aus Ziegeln und Lehmsteinen wurde mit Bruchsteinverkleidung mit einer Stärke von 2 bis 10 cm versehen.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

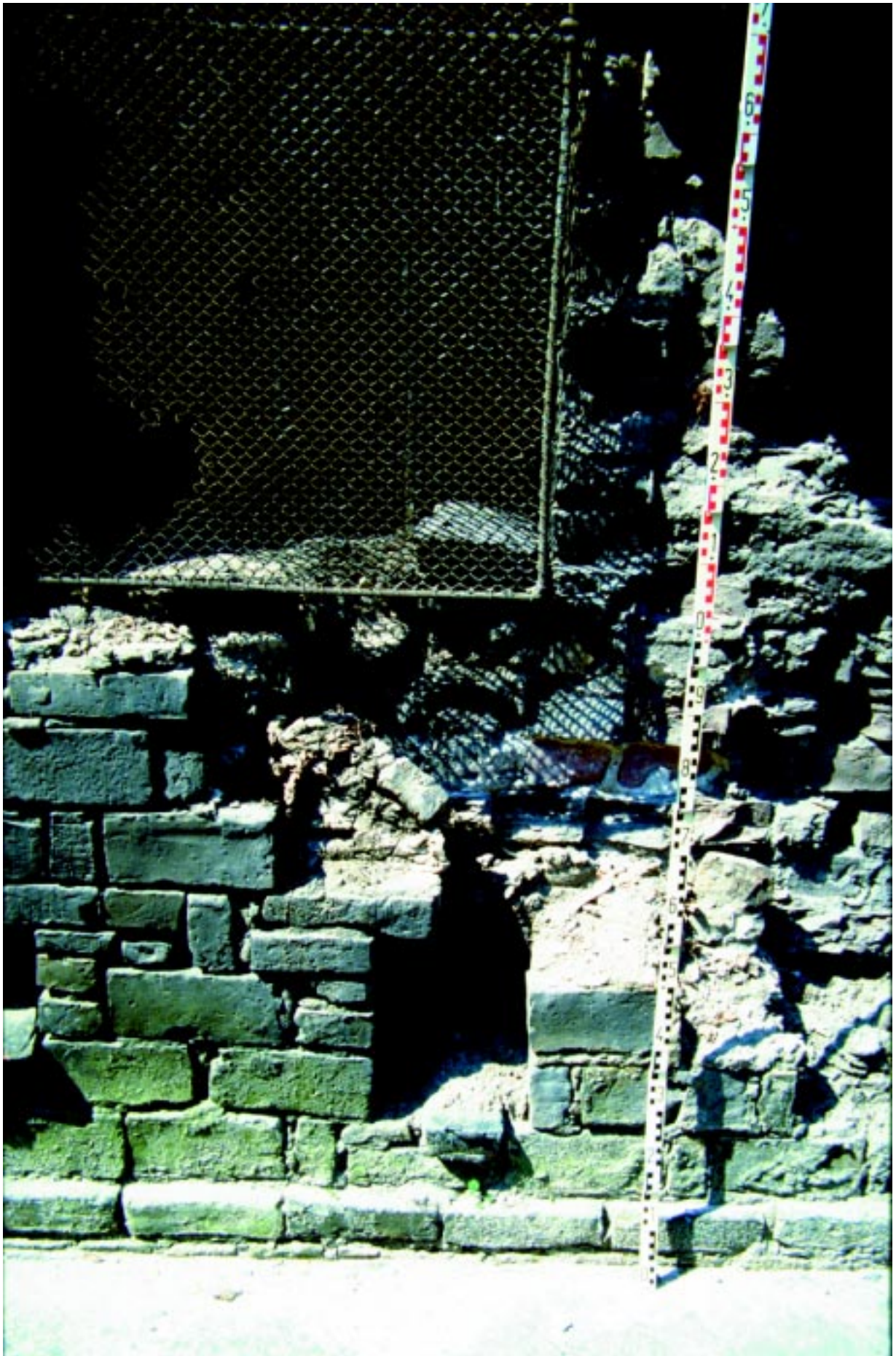
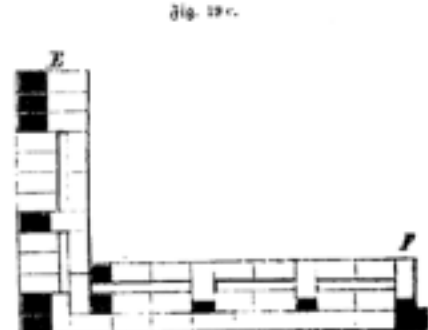
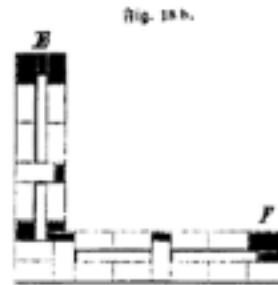
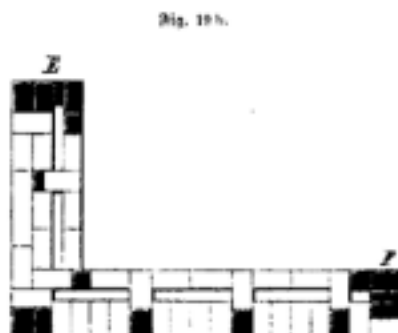
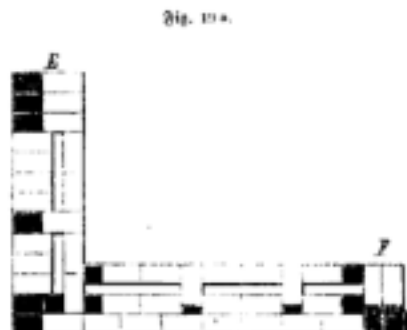
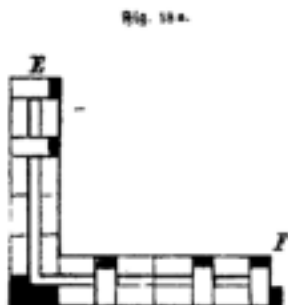
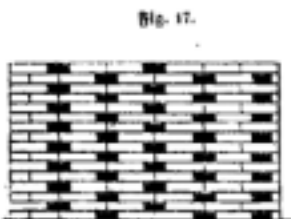
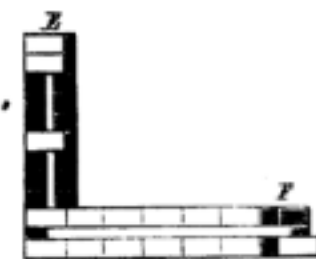
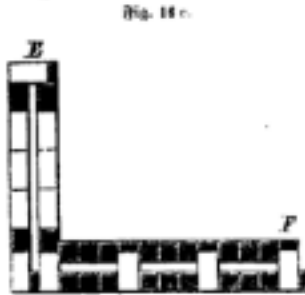
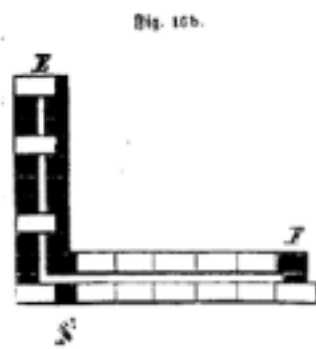


Abb.56 ehem. Potsdamer Proviantamt (1688 und 1843), Leipziger Strasse 7/8, Teile des ehemaligen Proviantamt (1688) wurden 1843 im unteren Bereich mit einer viertel Steinlänge breiten, hinterlüfteten Mauerschicht umkleidet. Belüftet wurde der Hohlraum durch vergitterte Öffnungen um die bestehende Feuchtigkeit abzuleiten.



sich zwischen sich zu haben, die ganze Mauerstärke einnehmen. In den Figuren A und B sind die durchblinden Steine schraffiert, woraus ihre Verteilung in der Mauer deutlich wird. In Figur 19 a—d sind die vier Schichten eines ähnlichen

Verbandes angegeben, bei dem aber die äußere Mauer einen ganzen Stein stark ist, während der Luftraum auch nur $\frac{1}{4}$ Stein beträgt. Hier läßt sich im Kleineren der Mauer der Stützverband beibehalten und die durchbindenden Steine bestehen aus einem ganzen und einem Dreiviertelsteine.

Hat man stärkere Mauern hohl zu konstruieren, wie dies wohl bei Magazingebäuden, welche man ohne Feuerung frostoffrei haben will, der Fall ist, so thut man am besten, die Mauerhälften im Zickzack auszuführen und den Luftraum $\frac{1}{2}$ Stein breit zu machen, wie die Fig. 20 a—b auf Seite 13 zwei Schichten einer solchen Mauer beispielsweise zeigen. Will man hierbei eine theilweise Verbindung der Mauerhälften erzielen, was übrigens bei den vielen Verstärkungseiseln weniger notwendig erscheint, so wird man den Zweck am einfachsten erreichen, wenn man hierzu schwaches, vorher getrocknetes oder mit Pech überzogenes Bandblech verwendet. Wendet man die beiden gezeichneten Schichten abwechselnd an, so entsteht im Neuen der

Zoll¹¹⁴⁶ (ca. 5,6 cm) von einander entfernt und durch Quersteine miteinander verbunden. Zum Teil waren die Mauerwerke durch zwei Kanäle bzw. Hohlräume unterteilt, die zusätzlich noch mit Schiefer oder gebrannten Tonschichten als zusätzliche Feuchtigkeitssperre versehen sein konnten.¹¹⁴⁷

Der Aufbau der mehrschaliger Mauerwerke war bis in das 19. Jh. nicht zwangsläufig in eine tragende Mauerscheibe und eine oder mehrere Vorsatzschale mit einer bestimmten Funktion unterteilt.

Das Interesse an der Mehrschaligkeit nahm während des 19. Jh. zur Lösung sehr unterschiedlicher Aufgabenstellungen zu. Mehrschalige Mauerwerke wurden in den 20er Jahren des 19. Jh. für neu aufkommende Luftheizungsanlagen eingesetzt¹¹⁴⁸ oder wie in dem Beispiel des Neuen Museums in Berlin (1841/55) als besonders trockener Bildträger für Wandgemälde im Haupttreppenhaus. Die Vorsatzschale wurde als gotischer Verband ausgeführt und durch die Binder in dem tragenden Mauerwerk verankert.

Andere Einsatzmöglichkeiten bestanden in einer Innenauskleidung mit Feuchtigkeit absorbierenden Steinen für Räume mit hoher Luftfeuchtigkeit wie Badeanlagen. Die Vorsatzschale wurde beispielsweise mit Breiten zwischen einer viertel und einer halben Steinlänge errichtet, die sich aus Läufer- und Binderschichten aufbaute.¹¹⁴⁹ Als eine gleichwertige Auskleidung wurde eine Biberschwanzbekleidung bewertet, die durch ein Drahtnetz gehalten und anschließend verputzt wurde.¹¹⁵⁰

Ebenfalls wurden mehrschalige Mauerwerke zum Feuchtigkeitsschutz tragender Lehmstein- oder Ziegelwände eingesetzt.¹¹⁵¹ Dabei konnten die Vorsatzschalen sowohl mit Horizontalabdichtungen aus Blei-, Glasplatten, Asphalt, heißem Steinkohlenteer, einer mehr oder weniger durchdachten Be- und Entlüftung, als auch mit zusätzlichen Sperrputzen kombiniert sein.¹¹⁵² Neben der Abdichtung wurden mehrschaliger Mauerwerke auch zur Dämmung herangezogen und beispielsweise als frostfreie Dämmmaßnahme für Magazinbauten empfohlen.¹¹⁵³

Sowohl bei der Konzeption neuer Gebäude als auch bei Umbauten bestehender Bauwerke wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. mehrschaliger Mauerwerke zunehmend berücksichtigt. Das Gebäude des ehemaligen Potsdamer Proviantamtes, Leipziger Strasse 7/8, (1688) wurde 1843 einschneidend verändert. Wie in Abbildung 56 zu sehen wurde das Speichergebäude im unteren Bereich zu großen Teilen mit einer eine viertel Steinlänge breiten, hinterlüfteten Mauerschicht bekleidet, in der vergitterte Belüftungsöffnungen angelegt waren. Die Schale wurde als gotischer Verband errichtet, wobei die Binder nur an das tragende Mauerwerk anstießen, mit diesem jedoch nicht weiter verbunden waren. Im oberen Teil wechselten Verband und Steinanordnung und die Schicht wurde vollständig mit Mörtel hinterfüllt.

Die gezielte Konstruktion mehrschaliger hinterlüfteter Mauerwerke bei der Errichtung der hannoverschen Eisenbahnbauten in der Mitte des 19. Jh. bewirkte den endgültigen Durch-

bruch mehrschaliger Mauerwerke zur Konstruktion abdichtender, dämmender, wärmender oder schützender Mauerwerke¹¹⁵⁴ und bezog sich genauso auf bewitterte oder erdberührende Gewölbe, an die besondere Anforderungen gestellt wurden¹¹⁵⁵ (Abb. 57).

3.1.5. NATURSTEINMAUERWERKE

Die bereits angeführte Steindifferenzierung der Natursteine fand bis ins 19. Jh. ihre Fortsetzung auch in den Natursteinmauerwerken, die unterschieden wurden in die besonders geschätzten Werksteinmauerwerke (vgl. S. 160) und die gering geschätzten „Bruchsteinmauerwerke“, die auch als sogenannte „rauhe Mauer“¹¹⁵⁶ bezeichnet wurden.

WERKSTEINMAUERWERKE

Werksteinmauerwerke mit genau eingepassten Werksteinquadrern stellten in der Mark eine Ausnahme dar. Der Gebrauch von Werksteinmauerwerken beschränkte sich in der Regel auf kleine überschaubare Bauteile oder Bauwerke, Grabdenkmäher, Tempelbauten oder Eingangsbereiche.

Ein wichtiger gestalterischer Aspekt der Werksteingefüge waren während des 18. und frühen 19. Jh. äußerlich kaum wahrnehmbare Fugen mit geringen sichtbaren Fugenhöhen. Die Gedenkstätte der Christiane Charlotte Sophie von der Osten Sacken auf dem Dreifaltigkeitsfriedhof in Berlin-Kreuzberg (um 1811) wurde, wie Abbildung 58, aus Sandsteinquadrern mit Fugen zwischen zwei bis vier Millimetern ausgeführt.

Um ein solches dünnes Fugenbild herstellen zu können, wurde während des 18. Jh. flüssiger Mörtel in die Fugen vergossen. Dazu wurden in den begrenzenden Quaderflächen der Lager- und Stoßfugen Nuten für einen Gusskanal ausgespart. Die äußeren Fugen wurden mit Hanf oder Flachs abgedichtet und ein flüssiger Weißkalk- oder gipshaltiger Mörtel in die Kanäle vergossen.¹¹⁵⁷ In der Mark wurden solche Werksteinmauerwerke mit gegossenen Fugen, wie das bereits erwähnte 1774 errichtete Berliner Schauspielhaus, und mit Sandsteinquadrern¹¹⁵⁸ ausgeführt. Ebenfalls mit Sandsteinquadrern wurden Mauerpartien der gotischen Bibliothek in Potsdam im Neuen Garten (1792/94) hergestellt. Die rechtwinklig zu einander angeordneten Quaderflächen waren scharfkantig und mit Nuten für kreuzweise angeordnete Mörtelkanäle versehen. Als Gussmörtel wurde auch hier ein gipshaltiger Mörtel eingesetzt.¹¹⁵⁹

Eine weitere während des 18. Jh. durchaus bekannte Herstellung der Quadermauerwerke bestand darin, die Steinfläche der Lagerfugen bis auf den äußeren Quaderrand zu vertiefen, so wie in Abbildung 59 Figur A. dargestellt. Dadurch ließ sich die äußere sichtbare Fuge auf eine dünne Linie reduzieren und der Steinquader durch unterlegte Holzkeile einfach ausrichten, bevor die Fugen mit Mörtel aufgefüllt wurden. Die sichtbaren Fugen wurden während

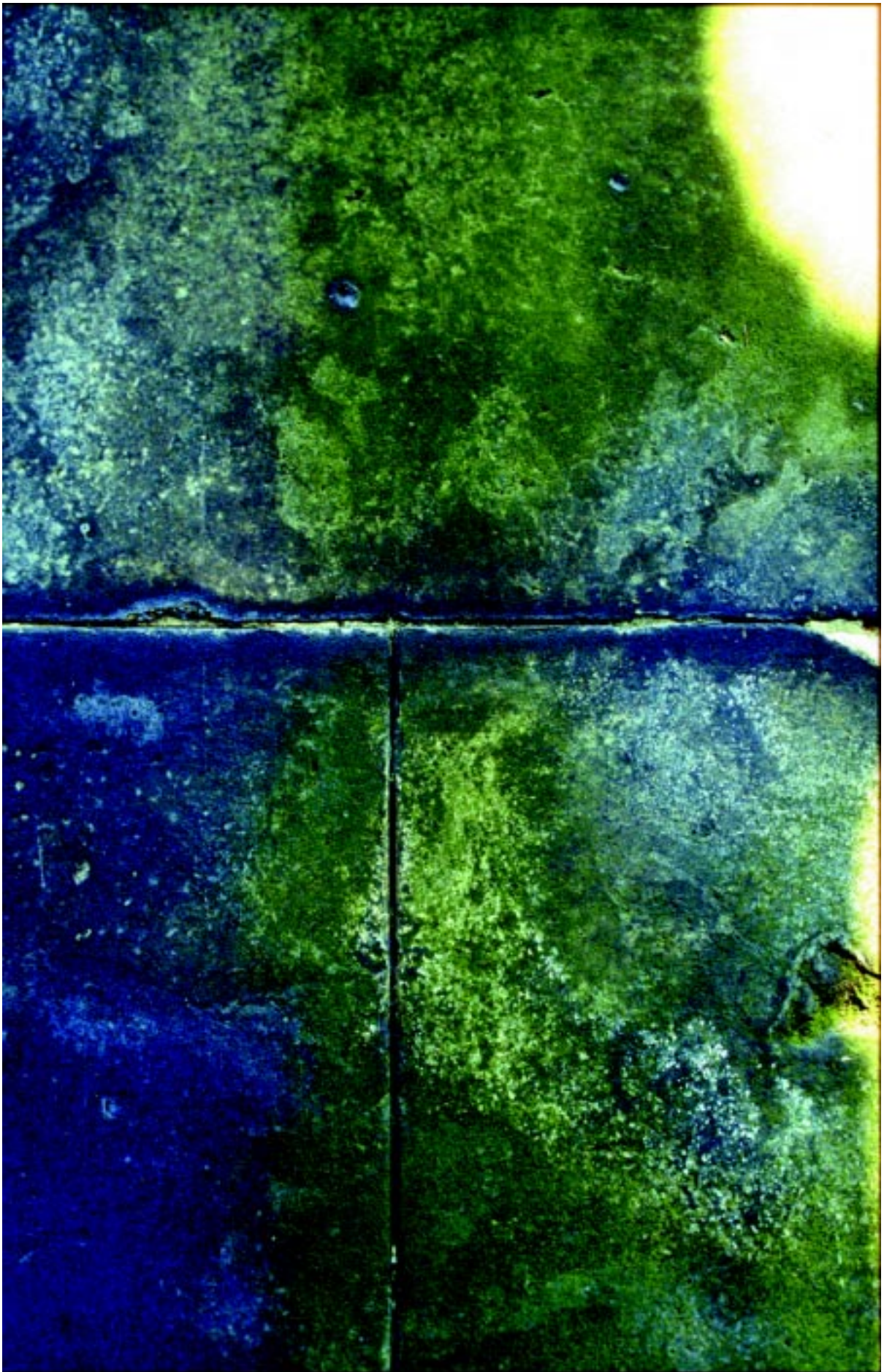
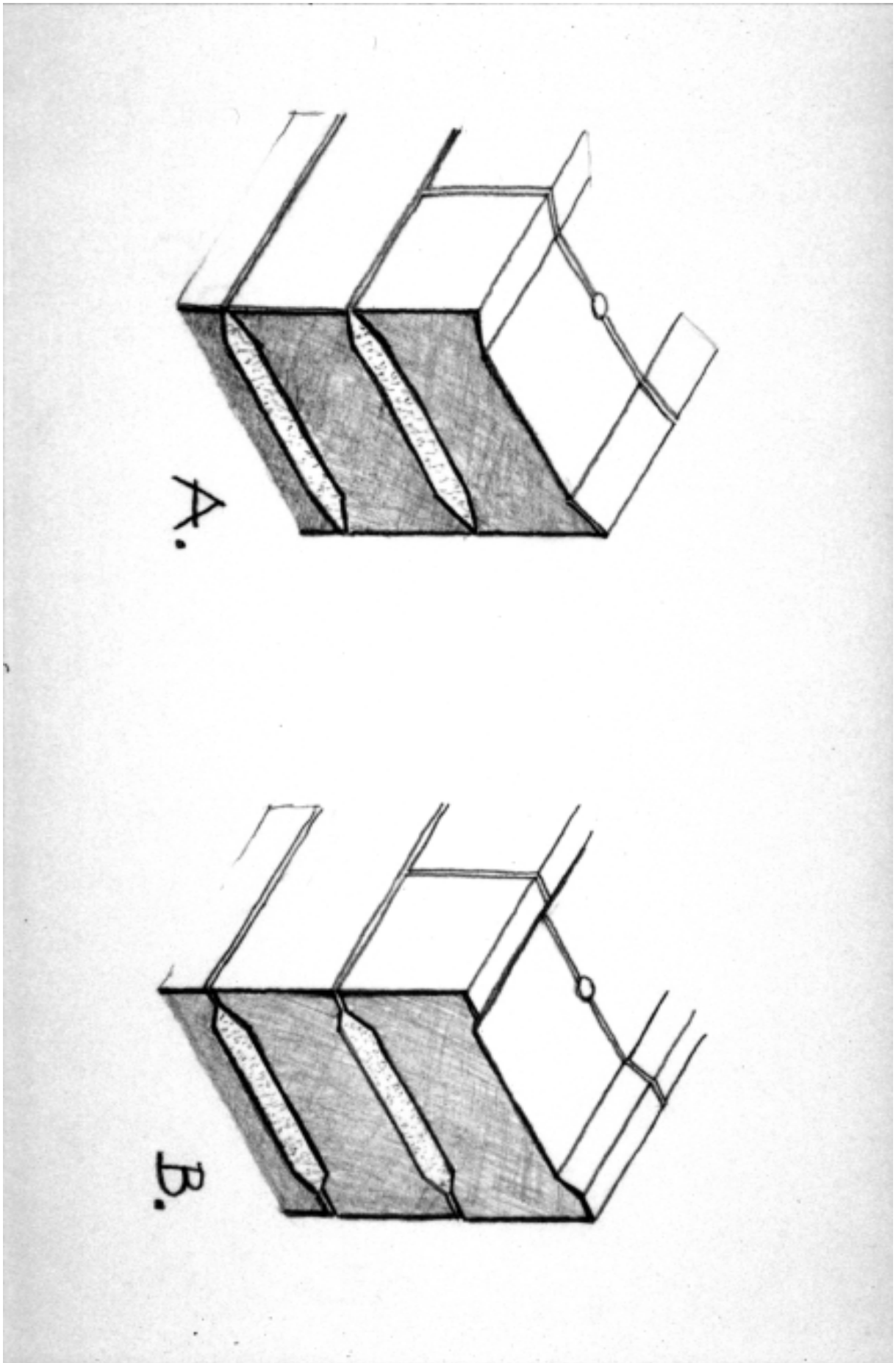


Abb.58 Gedenkstätte der Christiane Charlotte Sophie von der Osten Sacken (um 1811) auf dem Dreifaltigkeitsfriedhof in Berlin-Kreuzberg. Hohen Stellenwert besaßen Natursteinmauerwerke mit quaderförmigen Werksteinen, die mit graden und sehr schmalen Fugen sichtbar zusammengefügt wurden.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

Abb. 59 Quadersteine mit Grat Figur A und mit Steg Figur B. Die mit Grat gefügten Steine waren gegenüber Beschädigungen wesentlich empfindlicher.



der Mörtelverfüllung abgedichtet und nach eintretender Mörtelversteifung erfolgte durch die inzwischen freigelegte Fugen ein Verteilen mit einer eingeschobenen Säge. Auch für diese Technik wurde während des 18. Jh. ein gipshaltiger Mörtel empfohlen.¹¹⁶⁰ Durch ein anschließendes Schleifen der Mauerfläche ließ sich die sichtbare Fuge weitgehend unscheinbar gestalten.¹¹⁶¹ Die Fläche wurde noch homogener, indem sie Ende des 18. Jh. zusätzlich mit einer weißen Schlämme überzogen wurde.¹¹⁶² Verbreitet war in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh., den Sandstein auch mit Ölanstrichen zu überziehen, denen Kalkfarben oder „Englischer Cement“¹¹⁶³ zugesetzt waren.

Die als Grat ausgebildete Quaderkante erwies sich jedoch in der Herstellung als sehr aufwendig und brach leicht heraus, so dass in einigen Regionen, beispielsweise Franken, ein Steg ausgebildet wurde,¹¹⁶⁴ so wie in Abbildung 59, Figur B. dargestellt. Beide Quaderformate dienten in der zweiten Hälfte des 19. Jh. als Vorbild für Ziegel- und Klinkerformate steinsichtiger Fassaden.

Die mit Mörtel vergossenen Quadermauerwerke stellten bis in die Mitte des 19. Jh. eine durchaus akzeptierte, wenn auch aufwendige Mauerwerkstechnik dar, die in der Mark bis auf wenige Bauwerke oder Bauteile jedoch unbedeutend blieb.¹¹⁶⁵

Eine nachhaltige Korrektur der sehr idealisierten Bewertung der Werksteinmauerwerke erfolgte Anfang des 19. Jh. durch eine europaweit beachtete Schadensuntersuchung: der Kuppel des Panthéon, Ste.-Geneviève in Paris (1755-1790). Die eingetreten Schäden wurden auf die Fugenausbildung der mit einem Grat als Kante ausgebildeten Werksteinquader zurückgeführt.¹¹⁶⁶

MAUERWERKE AUS UNREGELMÄßIGEN STEINEN

Mauerwerke aus unregelmäßigen, kaum oder nur einfach bearbeiteten Natursteinen rangierten während des 17., 18. und 19. Jh. sowohl im Stabilitätsverständnis¹¹⁶⁷ als auch als Ausdrucksmittel des Prestiges an unterster Stufe. Dennoch zählten alle Arten unregelmäßiger Natursteinmauerwerke in Abhängigkeit ihrer Verfügbarkeit, vor allem wegen der geringen Beschaffungskosten, zu den bevorzugten Mauerwerken. In der Mark wurden Natursteinmauerwerke bis in das 19. Jh. üblicherweise für Grund- und Grenzmauern eingesetzt.¹¹⁶⁸ Nur selten wurden sie für untergeordnete Raumwölbungen eingesetzt,¹¹⁶⁹ wie z.B. für die Vorratskeller des Wohngebäudes (wohl erste Hälfte 17. Jh.) der Gutsanlage in Kossenblatt, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche. Feld- und Bruchsteine waren im 17., 18. und 19. Jh. lokaler Ersatz für die wertvolleren Ziegel.¹¹⁷⁰ Die ungleichförmigen Steinformate erlaubten nur eine sehr eingeschränkte Ausführung des angestrebten stabilen Mauerverbandes, weshalb Natursteine beispielsweise als schlechteste denkbare Wölbung eingestuft wurden.¹¹⁷¹ Sofern sich eine solche Wölbung nicht vermeiden ließ, wurde während des 18. Jh. gefordert, die Steine keilförmig abzuschlagen und in stehenden Schichten zu verarbeiten. Stärker noch

als bei den Wänden waren Vertiefungen und Hohlräume der zuvor angefeuchteten Steine sparsam mit Mörtel und kleinen Steinen auszufüllen.¹¹⁷² Die Ablehnung der aus Natursteinen errichteten Gewölbe wurde noch stärker, als sich die Erkenntnis durchsetzte, dass der befürchtete Seitenschub mit dem Gewölbegewicht zunahm¹¹⁷³ (vgl. S. 270 ff.).

Heute gebräuchliche Definitionen der Natursteinmauerwerke¹¹⁷⁴ lassen sich auf die historischen Natursteinmauerwerke der Mark Brandenburg, wenn überhaupt nur sehr eingeschränkt übertragen und stellen für die Erfassung der historischen Mauerwerke keine Erleichterung dar. Der wichtigste unregelmäßige Naturstein war der Bruchstein, der entweder, wie der Kalk, bereits im Steinbruch gebrochen wurde oder, wie Granit und Kiesel, aufgelesen und durch mechanische Bearbeitung oder Feuer gespalten wurden. Die Mörtelwahl war wie bei den übrigen Mauerwerken hauptsächlich von den finanziellen Möglichkeiten und der Bereitschaft des Bauherren abhängig. Die Mauerwerke wurden mit Kalk-, Lehm Mörtel oder Sparkalken ausgeführt,¹¹⁷⁵ wobei die mit Lehm Mörtel erstellten Natursteinmauerwerke gelegentlich als „Wolfsmauer“¹¹⁷⁶ bezeichnet wurde. Wegen der unterschiedlichen Fugenbreiten und dem insgesamt höheren Fugenanteil war der Mörtelbedarf bei den Natursteinmauerwerken größer als beim Ziegelmauerwerk.¹¹⁷⁷ Daher wurden die preiswerteren Lehm Mörtel und Sparkalke, insbesondere auf dem Land, bevorzugt. Wie in dem Beispiel in Abbildung 60, einer ausgebrochen Mauerecke einer Scheune des Vorwerks in Behlendorf, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel-Heinersdorf, lässt sich die Mörtelverteilung innerhalb der Mauer gut nachvollziehen. Im äußeren Randbereich wurde ein Kalkmörtel zusammen mit gebrochenen Granitsteinen verwendet, während im Mauerinneren ein lehmhaltiger Sand zusammen mit einem größeren Anteil rundlicher Feldsteine eingesetzt wurde.

Für alle Natursteinmauerwerke wurde angestrebt, die Mauerstabilität durch annähernd waagerecht ausgerichtete Steinschichten sicherzustellen. Analog zu den Ziegelmauerwerken wurden die Stoßfugen der vorangegangenen Steinschicht unterbrochen.¹¹⁷⁸ Zusätzlich wurde Ende des 17. Jh. gelegentlich die Steinschichtung noch in Abhängigkeit der Steingröße bestimmt. Der untere Mauerteil wurde aus größeren, der obere aus kleineren Steinen aufgeschichtet.¹¹⁷⁹ Angestrebt wurde, die einzelnen Steine entsprechend einem gotischen Verband im Wechsel als Läufer und Binder zu verlegen.¹¹⁸⁰ Unabhängig der eingesetzten Natursteinarten wurde diese Anordnung als „unregelmäßiger Verband“¹¹⁸¹ bezeichnet, der gelegentlich durch die antike Bezeichnung als „Emplecton“¹¹⁸² aufgewertet werden sollte.

Für die Steinanordnung kam ein regelmäßiges, waagrechtes Abgleichen der einzelnen Steinschicht bzw. einzelner Schichthöhen für die Stabilität des Gefüges große Bedeutung zu, wobei die Sortierung nach Steingrößen kaum Beachtung fand. Außerhalb der Mark, in Gegenden mit größeren Natursteinvorkommen, wurden die Steingrößen für die Stabilität stärker mit herangezogen. Mauerwerke mit mittleren Steingrößen für die äußeren Mauerschalen



Abb.60 Scheune, Vorwerk Behlendorf (um 1800), Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel Heinersdorf. Das Mauerwerk wurde im äußeren Randbereich aus Kalkmörtel und gebrochenem Granit erstellt, während im Mauerinneren lehmhaltiger Sand zusammen mit einem größeren Anteil rundlicher Feldsteine verarbeitet wurde.



Abb.61 Berliner Stadtschloss, südwestlicher Flügel (zweite Hälfte 17. Jh.). Die Grundmauer wurde aus geschichteten eng in Mörtel verlegten Steine hergestellt.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

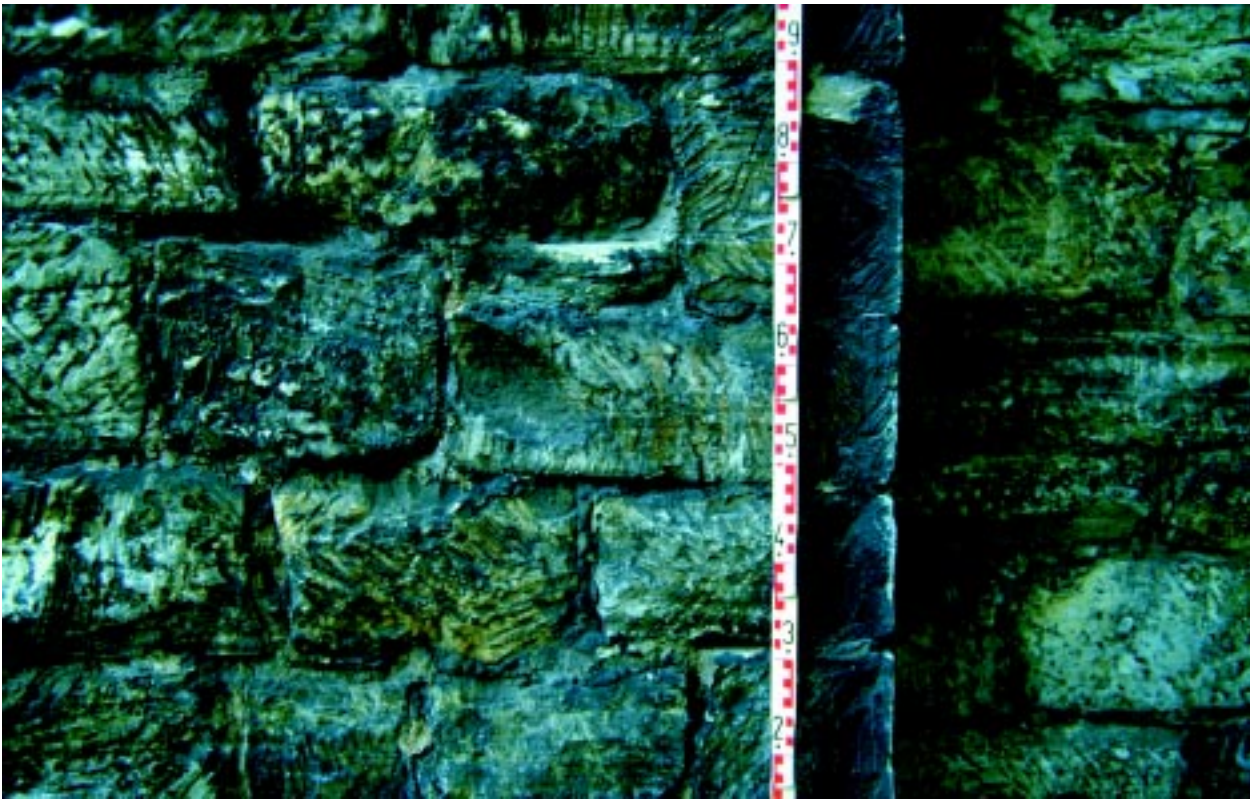


Abb.62 Potsdam, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63), geschichtetes Bruchsteinmauerwerk



Abb.63 Sockelmauerwerk, Scheune, Stücken, Dorfstraße 1 (nach 1848), Landkreis Potsdam-Mittelmark, Michendorf. Die Bruchsteinschichten sind eingebunden in die Wandherstellung in geschichteten Abschnitten.



Abb.64 Wohnhaus, Vorwerk Behlendorf (um 1800), Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel Heinersdorf. Um Bruchsteinwände besonders gegenüber Witterungseinflüsse zu schützen wurden die Fugen flächig mit kleinen Steinen ausgezwickelt.



Abb.65 ehem. Scheune, Haselberg (vor 1797), Hauptstraße 49, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch. Die Gebäudeecken sowie die Maueröffnungen wurden mit Ziegeln eingefasst.



Abb.66 neue Mühle (1834), Wendisch-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Scharmützelsee. Die Gebäudeecken der Bruchsteinmauerwerke wurde ab dem 2. Drittel des 19. Jh. häufiger als tragende Mauerpfeiler beurteilt und das Bruchsteinmauerwerk als Füllung angesehen.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

hatten sich in Frankreich wegen ihrer geringeren Fugenhöhe gegenüber Witterungseinflüssen als am widerstandsfähigsten erwiesen.¹¹⁸³

Die möglichst lagerhafte Steinanordnung und die mit kleineren Steinen „ausgezwickelten“¹¹⁸⁴ Fugen und Hohlräume wurden bei den Natursteinmauerwerken als maßgeblich für die Dauerhaftigkeit und Witterungsbeständigkeit angesehen,¹¹⁸⁵ die es gleichzeitig erlaubte, Mörtel einzusparen. Wurden Natursteinmauerwerke als Schalenmauerwerke konzipiert, so waren diese häufig unter Hinweis auf Vitruv mit stabilisierenden „Ankersteinen“¹¹⁸⁶ in dem Mauer Kern zu berücksichtigen. In der praktischen Umsetzung fand dies, bis auf spezielle Anforderungen, wie bei Wasserbauwerken,¹¹⁸⁷ jedoch kaum Beachtung.¹¹⁸⁸ Noch zu Beginn des 19. Jh. wurden Schalenmauerwerke wie das Sockelmauerwerk des Gutshauses in Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe (um 1818), ohne eine Verankerung ausgeführt (vgl. S. 209).

Einerseits wurde Kalkbruchstein, wie für die Grundmauern des südwestlichen Flügels des Berliner Stadtschlösses (zweite Hälfte 17. Jh.) oder den südwestlichen Flügel der Humboldt-Universität, das ehem. Palais des Prinzen Heinrich, Unter den Linden 6 in Berlin (1748-53), dicht aneinander in einen Kalkmörtel verlegt. Wenn auch die einzelnen Steinschichten gelegentlich mit Absätzen verliefen, so waren die Schichten sehr geordnet und weitgehend waagrecht aufgeschichtet und mit kleineren Kalk- und Ziegelstücken sorgfältig verzwickelt. In Abbildung 61 ist ein solches ausgezwickeltes Bruchsteinmauerwerk dargestellt. Diese mit einem Kalkmörtel ausgeführten Kalkbruchsteinmauerwerke stellten bis in das 19. Jh. jedoch eine Ausnahme¹¹⁸⁹ privilegierter Bauvorhaben dar.

Hin und wieder wurde Kalkstein in Form grob gearbeiteten Quadern in der ersten Hälfte des 19. Jh. auch zu einem regelmäßigen Schichtenmauerwerk gefügt, wie es beispielsweise für das Potsdamer Belvedere auf dem Pfingstberg (1847-1850) eingesetzt wurde (Abb. 62).

Nicht zuletzt wegen der höheren Kosten und der Transportschwierigkeiten der Kalksteinmauerwerke waren für die Mehrzahl der kleinstädtischen und ländlichen Bauwerke Natursteinmauerwerke bestimmend, die sich aus diversen zusammengesuchten Natursteinen zusammensetzen (vgl. S. 196). Den Mauerwerken aus gespaltenen oder gesprengten Feldsteinen und Graniten kam durch deren gezielte Propagierung Ende des 18. Jh. für landwirtschaftliche Nutzbauten größere Bedeutung zu. Die gebrochenen Feldsteine und Findlinge wurden entweder als geschichtetes, ausgezwickeltes Mauerwerk, so wie in Abbildung 63 oder als ein unregelmäßiges ausgezwickeltes Mauerwerk, wie in Abbildung 64, aufgeschichtet. Wenngleich gerade, kantige Natursteine einen guten Putzhaftgrund abgaben,¹¹⁹⁰ so wurden Ende des 18. Jh. gerade diese Mauerwerke nicht verputzt, weil sie als besonders witterungsbeständig galten.¹¹⁹¹

Die Herstellung von unregelmäßigen Natursteinmauerwerken war sehr zeit- und personalaufwendig. Begonnen wurde die Mauer beidseitig, wobei sich die Maurer möglichst gegenü-

berstanden. Wie bei allen Mauerwerken wurde angestrebt, die Steine lagerhaft in waagerechten Schichten zu verlegen. Fugen und Hohlräume wurden mit kleineren Steinen ausgezwickelt.¹¹⁹² Für höhere Mauern wurden seitlich Brettgerüste aufgestellt oder die Maurer stellten sich kurzerhand auf die Mauerkrone.¹¹⁹³ Äußerlich wurden kantige Steine, während innen, wie bei einem Schalenmauerwerk, stärker rundlich geformte Steine mit einem gestreckten Kalkmörtel bzw. sehr lehmigen Mörtel verlegt wurden.¹¹⁹⁴ Alternativ dazu konnte der Mauerwerkern im Sinn eines Schalenmauerwerks auch mit einem Gussmörtel aufgefüllt sein.¹¹⁹⁵

In dieser Mischform eines Schalen- und Verbandsmauerwerk stellten die Mauerecken sowie die Einfassungen der Maueröffnungen jedoch ein konstruktives Problem dar. Gerade in diesen Bereichen war das Mauerwerk verstärkt Krafteinwirkungen ausgesetzt, zudem wurde ein Aufreißen der Mauerschalen in diesen Bereichen befürchtet. Daher wurde nahegelegt, für Mauerecken und Einfassungen an der Verstärkung durch möglichst große, durchbindende lagerhafte Werk- oder Bruchsteine¹¹⁹⁶ als Kurz- und Langwerk festzuhalten. Werksteine schieden in der Mark jedoch schon aus Kostengründen für die untergeordneten landwirtschaftlichen Nutzbauten weitgehend aus. Neben preiswerteren, gelegentlich zweitverwendeten Werksteinen¹¹⁹⁷ wurden größere Bruchsteine,¹¹⁹⁸ wie in Abbildung 64 und selbstverständlich Ziegel zur Einfassung der Mauerecken und Öffnungen eingesetzt.¹¹⁹⁹

Die Ziegeleinfassung unterschied sich zum einen in glatte Ziegelpfeiler, die eine Steinlänge breit waren, wie sie beispielhaft in Haselberg, Hauptstraße 49, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch (vor 1797) (Abb. 65) oder bei einem ehemaligen Wirtschaftsgebäude auf dem Gut Möglin, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch (um 1800), ausgeführt wurden. Zum anderen wurden die Ziegel als Lang- und Kurzwerk, wie für die Scheunen der Behlendorfer Gutsanlage, Landkreis Oder-Spree, Steinhöfel-Heinersdorf, angeordnet. Während der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden Eckverstärkungen mit Breiten von einer Steinlänge als nicht ausreichend bewertet und man forderte, die Eckverstärkungen als Pfeiler, gerade oder verzahnt mit Breiten von wenigstens zwei bis drei Steinlängen, auszubilden¹²⁰⁰ (vgl. S. 170 ff.). Die Eckausbildung als Lang- und Kurzwerk verlor dabei weitgehend nicht die ihr bis dahin zuerkannte Bedeutung als stabilisierendes Element.¹²⁰¹ Beispiel für eine als Pfeiler ausgeführte Eckverstärkung ist die in Abbildung 66 dargestellte Neue Mühle in Wendisch-Rietz,¹²⁰² Landkreis Oder-Spree, Amt Scharmützelsee (1834). Je nach angenommener Krafteinwirkung wurden dort die Gebäudeecken mit einem bis zu drei Steinlängen breiten Ziegelpfeiler und die Fenstereinfassungen mit Pfeilern von einer Steinlänge eingefasst.

Aufgrund der als sehr gering angenommenen Stabilität unregelmäßiger Natursteinmauerwerke¹²⁰³ wurden stets größere Mauerbreiten als bei vergleichbaren Ziegelmauerwerken vorgeschlagen (vgl. S. 176 ff.). Außerdem empfahl man, sie wesentlich stärker anzuschrägen, bzw. zu böschen.¹²⁰⁴ Je nach Interpretation konnte eine solche Böschung jedoch auch

nur einseitig als notwendig erachtet werden.¹²⁰⁵ Maßangaben erfolgten in der Regel in Fuß und Zoll und wurden beispielsweise für eine Mauerhöhe von zehn Fuß (ca. 3,1 m) und einer Mindestmauerbreite von zweieinhalb Fuß (ca. 78,5 cm) angegeben. Bei einer Höhe von fünfzehn Fuß (ca. 4,7 m) sollte die Mindestmauerbreite dann drei Fuß¹²⁰⁶ (ca. 94,2 cm) betragen. Nach anderen Angaben war die oberste Mauerbreite mit zwei Fuß (ca. 62,8 cm) festgelegt, die je darunter folgenden Geschosse waren ohne weitere Höhenangabe um einen halben Fuß zu verstärken.¹²⁰⁷ Diese von den Ziegelmauerwerken übernommene Faustregel war ohne einen tatsächlichen Bezug zur Ausführung der Natursteinmauerwerke. Wenn überhaupt mehrgeschossig, sollten Gebäude aus Natursteinmauerwerken nicht mehr als drei Stockwerke haben.¹²⁰⁸

Der mit den Natursteinwänden und Gewölben in Zusammenhang stehende Tauwasserausfall, die starke Kälteabstrahlung und auch die gesundheitsschädigende Wirkung auf die Nutzer waren während des 18. Jh. zwar im Prinzip bekannt,¹²⁰⁹ wurden jedoch im Zusammenhang mit der Propagierung als Ersatzmauerwerk vernachlässigt. Zudem waren die Zusammenhänge der Kälteabstrahlung nicht bekannt. Die mit der Verbreitung der Natursteinmauerwerke eintretenden Klagen über Tauwasserausfall und Schimmel an den Innenseiten der Außenwände wurden daher anfänglich als eindringendes Niederschlagswasser interpretiert und eine Abhilfe in einem Außenputz der ansonsten witterungsbeständigen Bruchsteinmauerwerke gefunden.¹²¹⁰ Da sich mit dieser Maßnahme keine Verbesserung herbeiführen ließ, wurden nach 1800 Versuchsbauten mit breiteren Mauerquerschnitten angelegt. Da als Ergebnis ein noch größerer Tauwasserausfall eintrat,¹²¹¹ schied eindringender Schlagregen nun aus. Bereits seit dem letzten Drittel des 18. Jh. wurden Natursteingebäude, die als Wohnbauten genutzt wurden, gelegentlich mit nicht „schwitzenden“¹²¹² Baumaterialien ausgekleidet. Dazu wurden innen Ziegel hochkant oder liegend als Halb- bzw. Viertelstein starke Mauer- schale vor die Außenwand gesetzt.¹²¹³ Befestigt wurde die Schale unter Umständen durch Vorsprünge in der Bruchsteinmauer. An Stelle der Schale wurden auch innere Dämmputze aus Lehmörtel mit Kohlenstaubzusätzen vorgeschlagen. Eine Möglichkeit, Natursteinmauerwerke nachträglich zu dämmen, bestand beispielsweise darin, Biberschwänze (Breitziegel) entweder in frischen Putzmörtel zu drücken oder mit Nägeln an den Wänden zu befestigen und anschließend mit einem Rohrputz zu überputzen.¹²¹⁴ Die negativen klimatischen Eigenschaften der Natursteinmauerwerke führten bereits um 1800 dazu, sie nach Möglichkeit nicht für Wohnzwecke zu nutzen.¹²¹⁵ Darüber hinaus wurde in den 40er Jahren des 19. Jh. nahegelegt, solche Mauerwerke auch nicht weiter für Tierstallungen einzusetzen.¹²¹⁶

3.2. GESTAMPFTE UND GEGOSSENE WAND- UND GEWÖLBESYSTEME

Gestampfte oder gegossene Wände und Gewölbe waren sowohl durch Vitruv, Palladio und andere als auch durch antike, mittelalterliche und neuzeitliche italienische Bauwerke bekannt,¹²¹⁷ erhielten jedoch erst in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in der Mark größere Aufmerksamkeit. Zu Beginn des 19. Jh. wurde entdeckt, dass geschalte Wandsysteme in Spanien, Südfrankreich und Afrika seit Jahrhunderten gebräuchlich waren.¹²¹⁸ Die gestampften bzw. gegossenen Wand- und Gewölbesysteme des 18. und 19. Jh. wurden mit Ausnahme des gesondert behandelten Weller in der Regel mit Schalungen hergestellt.

In der ersten Hälfte des 18. Jh. beschränkten sich die gegossenen bzw. gestampften Wände weitgehend auf gegossene Felsengründungen¹²¹⁹ und möglicherweise vereinzelt auch auf Gewölbe. Begriffe wie „Gussmauerwerk“ oder „Gussmauer“ bezogen sich vorrangig auf das Füllwerk der Schalenmauerwerke.

Das vermehrte Interesse an den geschalten Wänden und Gewölben ab der Mitte des 18. Jh. konzentrierte sich einerseits vorrangig auf Wände, die mit Lehm oder Erde in einer Schalung gestampft wurden und andererseits auf Mauern und Gewölbe, die mit einem Mörtel und Zuschlägen in einer Form gegossen wurden.

STAMPFWÄNDE

Der wichtigste Baustoff der Stampfwände war bis in das 19. Jh. der preiswerte Ersatzstoff Lehm. Solche aus Erde oder Lehm gestampften Wandsysteme wurden als „Pisé-¹²²⁰, Stampf-¹²²¹ oder „Stempelbau“¹²²² bezeichnet. Vergleichbare Überlegungen führten bereits während der zweiten Hälfte des 17. Jh. in Genf und Umgebung dazu, geschalte Lehmstampfwände zu errichten.¹²²³ Die geschalten Lehmstampfwände, vor allem die mit organischen Zuschlägen, wurden als eine Weiterentwicklung des in einigen Teilen Mitteldeutschlands üblichen Wellerbaus gesehen¹²²⁴ (vgl. S. 153). Den pflanzlichen Zuschlägen Stroh oder Heidekraut wurde dabei eine rissverhindernde und das Schwindverhalten verringernde Wirkung zugeschrieben.¹²²⁵ Vor diesem Hintergrund lässt sich nach vollziehen, weshalb David Gilly 1787 geschalte Lehmstampfmauerwerke als „Wellerwände“¹²²⁶ bezeichnete.

Die pflanzlichen Zusätze wurden im letzten Drittel des 18. Jh. verstärkt als stabilitätsgefährdend eingestuft,¹²²⁷ weshalb Erden frei von organischem Material für geschalte Erde- oder Lehmstampfmauerwerke einen hohen Stellenwert erhielten. Theoretisch verwertbar waren alle Erdarten, die zur Ziegel- und Töpferwarenherstellung ungeeignet waren.¹²²⁸ Mitunter wurde sogar Muttererde, sogenannte „Dammerde“¹²²⁹ und reiner Sand für die Stampfwände als einsetzbar eingestuft. Als Ergebnis der durch das Ober-Bau-Departement errichteten Versuchswände wurde für die Mark eine Beschränkung auf Lehm, tonhaltige Erden mit kleinen Kieseln, Kalk und Mergel nahegelegt.¹²³⁰ Die bereits um 1800 für die Festigkeit vorteil-

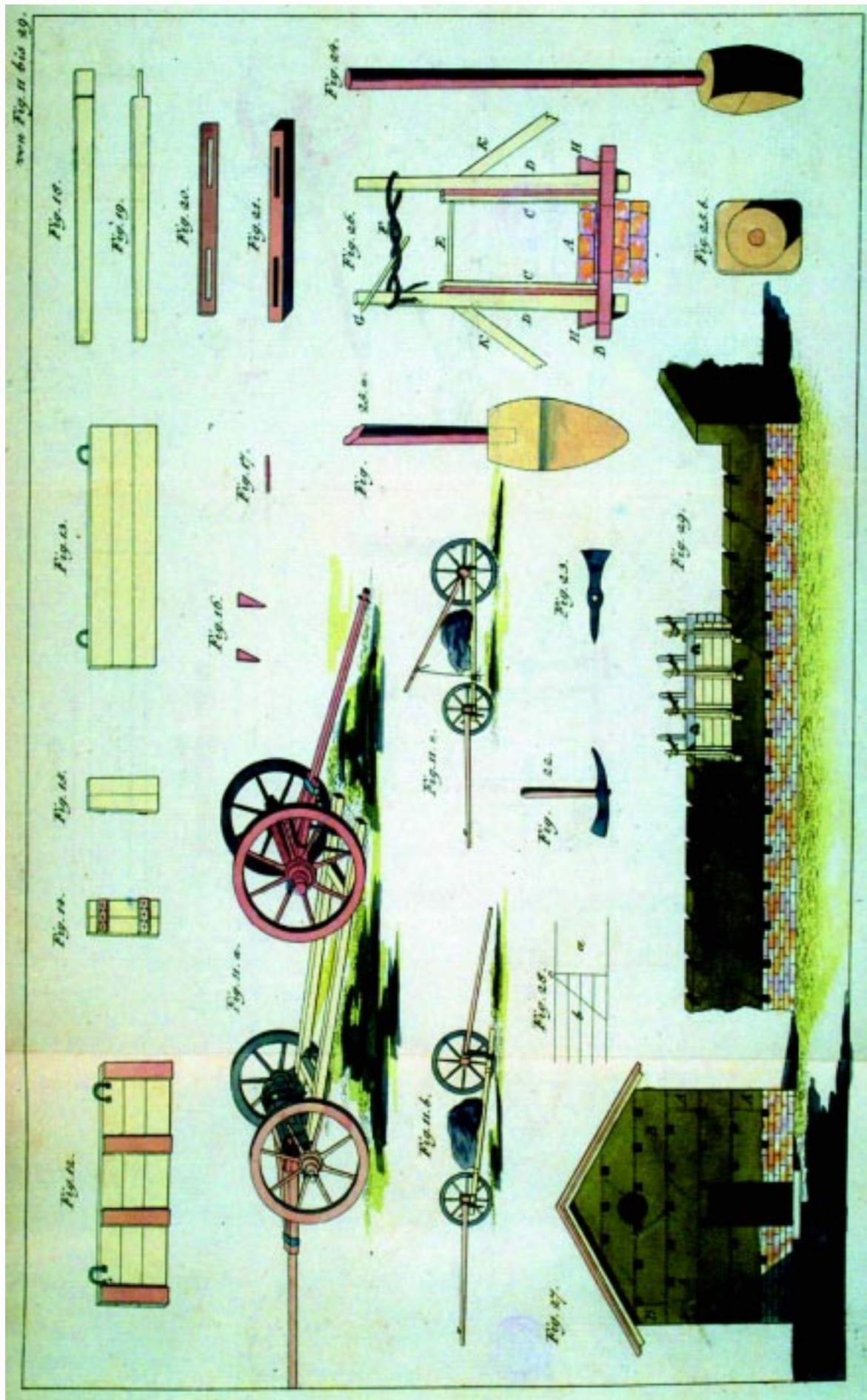


Abb.67 Gilly 1797 Tafel Figur 11-29. Die in Figur 29 dargestellte Kastenschalung bestand in der Regel aus vier Pfostenpaaren als Schalgerüst. Die Pfosten wurden durch verkeilte Spannhölzer miteinander verzapft. Durch die Spannhölzer wurde gleichzeitig die Wandbreite bestimmten. Die oberen Enden der Pfostenpaare wurden durch Abstandshölzer und ein verspanntes Seil in ihrer Position festgelegt. Sogenannte Kopfstücke in Figur 14 und 15, begrenzten seitlich den Kasten. Im Unterschied zu den Zeichnungen befinden sich die Ankerhölzer der in der Mark Brandenburg ausgeführten Wandschalungen unten bei den Schichten.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

haft bewertete Zugabe von Kalk und Mergel führte in der ersten Hälfte des 19. Jh. in der Mark dazu, für die Ausführung Lehm-Kalkgemische oder abgemagerte Kalkmörtel vorzuziehen.¹²³¹ Die Konzentration auf Erden ohne pflanzliche Zusätze führte in den 30er Jahren des 19. Jh. mit der Wiedereinführung von Erden mit pflanzlichen Zusätzen zur Unterteilung in eine sogenannte alte Pisébauart, bei der Erden eingesetzt wurden, die bei der Trennung mit einem Spaten reißt und nicht zu sandig waren¹²³² und einer neuen Pisébauart, die aus fetten Erden und Stroh gemischt wurde¹²³³ (vgl. S. 153).

Die zur Herstellung eingesetzten Holzschalungen stellten in ihrer Anfertigung und der notwendigen Wartung einen häufig unberücksichtigten Kostenfaktor dar, der genauso wenig zur Kenntnis genommen wurde wie notwendige geübte Arbeiter, die zum Aufstellen und Ausrichten der Schalung erforderlich waren. Die verwendeten Schalsysteme unterteilten sich während der zweiten Hälfte des 18. und des frühen 19. Jh. in eine Kasten- und eine Art Kletterschalung. Beide Schalungen bestanden aus Schalgerüst und Schalhaut.

Die beispielhaft in Abbildung 67, Figur 29 dargestellte Kastenschalung bestand in der Regel aus vier Pfostenpaaren des Schalgerüsts, die durch ein verzapftes und verkeiltes Spannholz gehalten wurden und gleichzeitig die Breite der zu errichtenden Wand bestimmten. Die oberen Enden der Pfostenpaare wurden durch Abstandshölzer und ein verspanntes Seil in ihrer Position festgelegt.¹²³⁴ In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden die Schalkasten statt mit Seilen, vor allem für die Kalk-Sand-Stampfwände mit einspannenden Eisenstangen gehalten, die mit Gewinden und Flügelschrauben versehen waren.¹²³⁵ Gegen die Pfosten wurden glatte Bretter als Schalhaut gesetzt. Sogenannte Kopfstücke in Figur 14 und 15, begrenzten den Kasten seitlich.¹²³⁶ Die Innenflächen der Schaltafeln sollten gehobelt und möglichst glatt sein. Auch wenn keine Schalöle weiter erwähnt wurden, so ist davon auszugehen, dass die Schaltafeln entweder mit Leinöl bestrichen waren oder vorher längere Zeit in Wasser aufgequollen wurden, um ein schnelles Lösen der Stampfmasse von der Schalung sicherzustellen.¹²³⁷ Die Abmessungen wurden Ende des 18. Jh. mit ca. zehn Fuß (ca. 310 cm) Länge, die Pfostenabstände ca. drei Fuß¹²³⁸ (ca. 92,4 cm) und die Höhen um die drei Fuß neun oder zehn Zoll¹²³⁹ (ca. 117,6 oder 120,2 cm) angegeben, während die Kastenlängen in den 20er Jahren des 19. Jh. zwischen zehn und zwanzig Fuß¹²⁴⁰ (ca. 310 bis 620 cm) betragen haben sollen. Setzt man voraus, dass die Schalkasten in der Regel aus vier Gerüstböcken gebildet wurden, dann lässt sich an Hand der Lochabstände mit 180 und 230 Zentimetern für den Schafstall, Beeskower Chaussee 1, in Tauche, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche (ca. 1820), eine Kastenlänge von ca. 620 Zentimetern rekonstruieren. Die Anfang des 19. Jh. gemachten Angaben zur Kastenhöhe mit einem Fuß¹²⁴¹ (ca. 31cm) entsprechen ebenfalls der gemessenen Schichthöhen von 35 bis 42 Zentimetern. Eine vertikale Unterbrechung, die den Einsatz von Kopfstücken oder eine Schichtung belegen könnten, sind bei dem Schafstall in Tauche nicht erkennbar.

Vorausgesetzt, die getrennten Wandabschnitte der beiden aus geschaltem aus Kalk-Sand errichteten Scheunen in Stücken, Dorfstraße 1, und Zauchowitzer Straße 50, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf (Abb. 68), sind mit ihren glatten Vertikalfugen mit den Schalkastenlänge identisch, dann betrug die Schalkastenlänge ca. 280 Zentimetern, wobei die Pfostenpaare in einem Abstand von ca. 90 bis 100 cm wesentlich geringer war als bei dem Schalkasten des Schafstalls in Tauche. Weder bei den Lehmstampfwänden noch bei den vorgefundenen Kalk-Sand-Stampfbauten wurden Spannholzlöcher unmittelbar nebeneinander vorgefunden, so dass die äußeren Pfostenpaare eines Schalkasten gleichzeitig für den benachbarten Schalkasten mit eingesetzt wurden. Die Schichthöhen der geschalten Kalk-Sand-Wände in Stücken betrugen annähernd ca. 72 cm, was einer Schalkastenhöhe von ca. drei Fuß und vier Zoll (ca. 72,8 cm) entspricht. Eine klare Unterteilung einzelner Wandabschnitte, wie sie für die beiden Scheunen in Stücken nachzuvollziehen ist, lässt sich dagegen an der Scheune in Ribbeck, Landkreis Havelland, Amt Nauen-Land, nicht nachweisen. Um die Gebäudeecken herzustellen, wurden mitunter gesonderte Schalungen bei Zimmerleuten in Auftrag gegeben.¹²⁴² Sicheres Indiz für eine mit Schalkasten errichtete Stampfwand sind horizontale Lochreihen für die herausgezogenen Spannhölzer. Bei den mit Kastenschalung ausgeführten Wänden in der Mark befinden sich die Lochreihen im unteren Teil einer jeden Wandschicht, während in den Zeichnungen Gillys (Abb. 67) und anderen die Lochreihen oberhalb einer jeweiligen Schicht ausgespart sind. Die obere Anordnung entspricht damit nicht den märkischen Stampfwänden, sondern den Stampfmauerwerken, wie sie in der Schweiz verbreitet waren.¹²⁴³ Die verbliebenden Löcher wurden sowohl mit Ziegeln oder anderen Steinen zugesetzt oder aber auch offen gelassen und zur Belüftung mit herangezogen.¹²⁴⁴

Das zweite bekannte Schalsystem war durch ein hohes Schalgerüst gekennzeichnet, das wenigstens der geplanten Wandhöhe entsprechen musste. Das Schalgerüst wurde entweder in die Erde eingespannt und zusätzlich seitlich abgesteift oder wie bei der Kastenschalung unten durch ein verkeiltes Spannholz, wie in Abbildung 69, Figur 20, gehalten. Wenn das Gerüst im Erdreich verankert wurde, dann konnten die Spannholzlöcher in der Mauerfläche entfallen.¹²⁴⁵

Das Schalsystem wurde Ende des 18. Jh. als „Einschichtungsform“¹²⁴⁶ bezeichnet, dessen Vorteil darin gesehen wurde, dass nicht das Schalgerüst, sondern nur die Schalhaut für jede Wandschicht neu versetzt werden musste.¹²⁴⁷ Die untere Mauerbreite bestimmte sich aus der geplanten unteren Mauerbreite und den beiden Schalhölzern. Oben wurde, analog zur Kastenschalung, ein Abstandholz eingesetzt und mit Seilen verspannt.¹²⁴⁸ Der Abstand der Gerüstpfosten betrug etwa drei Fuß (ca. 94,2 cm), während die Schalbrettlänge mit zehn Fuß¹²⁴⁹



Abb.68 Stücken, Scheune Dorfstraße 1 (nach 1848), Landkreis Potsdam-Mittelmark, Michendorf, Innenraum. An den Rissen lassen sich die Größen der Schalkkästen ablesen. Verwunderlich ist bei diesem Beispiel, dass die Schalkkästen nicht versetzt angeordnet wurden, wodurch die Wände auseinander zu brechen drohen.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

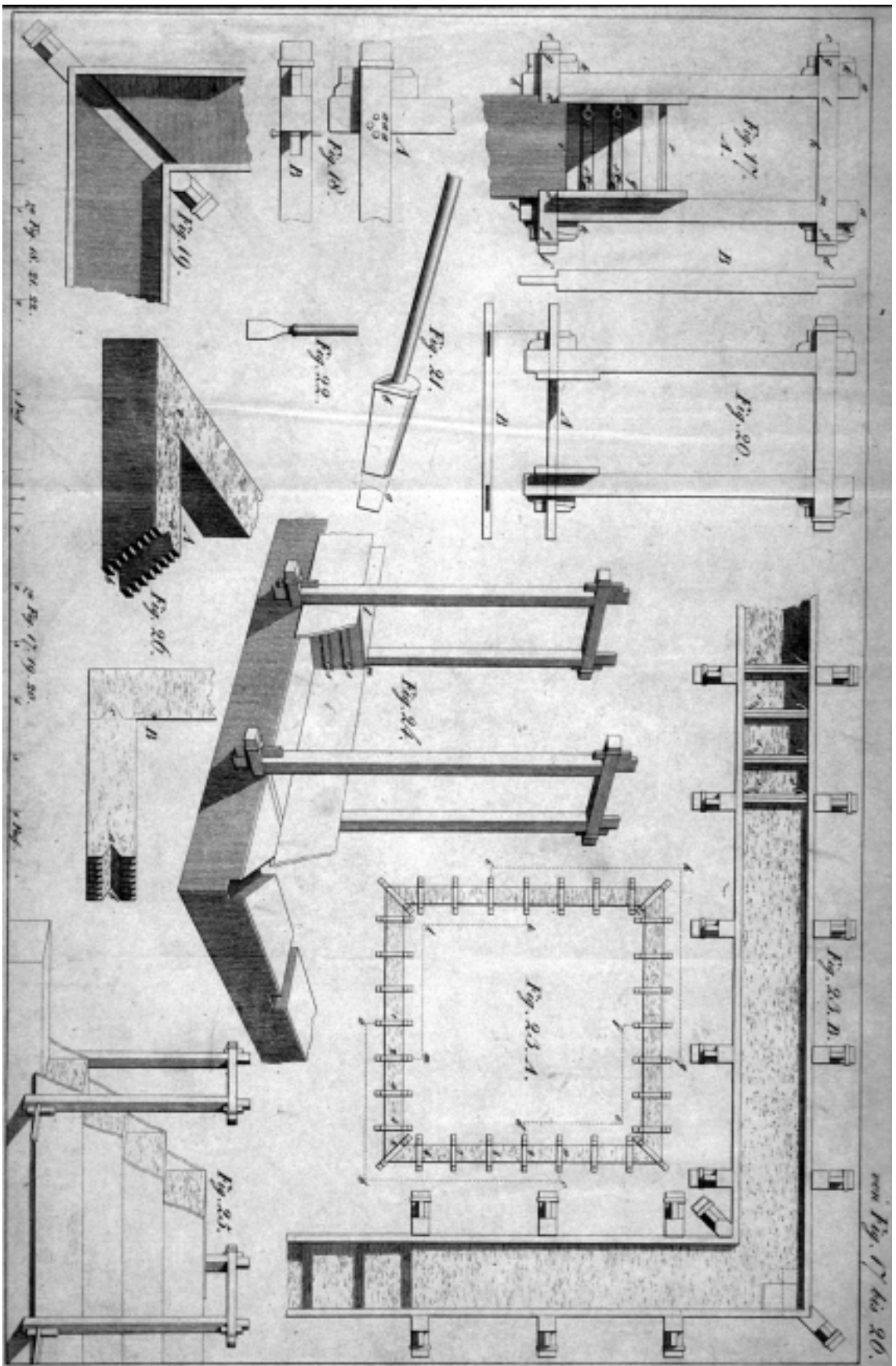


Abb.69 Gilly 1811. Tafel Figur 17-26. Das abgebildete Schalgerüst entspricht der jeweils möglichen Gebäudehöhe. Die Schalbreiter wurden an dem Schalgerüst entweder mit Seilen hochgezogen oder wiederholt angenagelt. Dieses Schalsystem wurde in der Mark Brandenburg möglicherweise für eingeschossige Gebäude eingesetzt.

(ca. 3,1 m) angegeben wurde. Seitlich wurde die Schalung durch ein Kopfbrett geschlossen, das durch Zwingen gehalten wurde.¹²⁵⁰

Besonders der Franzose Cointereaux entwickelte kostspielige hölzerne Schalsysteme, womit er die Entwicklung aufeinander abgestimmter Schalsysteme in der zweiten Hälfte des 19. und des 20. Jh. vorwegnahm.¹²⁵¹ Es ist jedoch weitgehend auszuschließen, dass derartig aufwendige Schalsysteme, die für untergeordnete Bauwerke für die Stampfwände konzipiert waren, bis in das 19. Jh. in der Mark genutzt wurden.

Anstelle der gebäudehohen Schalung wurde dennoch der jeweils neu aufzusetzende Schalkasten vorgezogen, weil die Spannhölzer ein Ausbauchen wesentlich besser verhinderten.¹²⁵² Um die Stabilität der mit Schalkasten hergestellten Stampfwände zu gewährleisten, waren die einzelnen Schichten versetzt entsprechend einem Läuferverband anzulegen.¹²⁵³ Diese Faustregel blieb bei den Kalk-Sand-Wänden der Scheunen in Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf (Abb. 68) oder der Gutsanlage in Groß-Ziethen, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schönefeld unberücksichtigt. Die Wände dieser angeführten Gebäude sind über die gesamte Höhe gerissen. Teilweise wurden die Gebäudeecken nachträglich verankert.

Ein Wechsel nach zwei Schichten lässt sich an dem Lehmstampfbau in Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe, erkennen. Die versetzte Anordnung der Schalkasten in den einzelnen Schichten wurde in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. als ein sehr hoher Aufwand eingestuft, auf den mit dem Hinweis auf die klebende Wirkung des Lehms verzichtet wurde.¹²⁵⁴ Es ist wohl anzunehmen, dass diese Vorstellung auch auf die Kalk-Sand-Wände übertragen wurde. Die Schichthöhen der Stampfwände wurden Anfang des 19. Jh. mit ca. 140 Zentimetern¹²⁵⁵ angegeben, während für eingeschossige Lehmstampfbauten eine Wandbreite mit eineinhalb Fuß¹²⁵⁶ (ca. 47,1 cm) als ausreichend angesehen wurde. Eine Mindestbreite von vierzehn Zoll¹²⁵⁷ (ca. 36,9 cm) war möglichst nicht zu unterschreiten. Die Stampfwände galten im Vergleich zu Ziegelmauerwerken als weniger stabil,¹²⁵⁸ weshalb trapezförmige Mauerquerschnitte nahegelegt wurden,¹²⁵⁹ die jedoch in der praktischen Ausführung kaum Berücksichtigung fanden.

Wesentliche Funktion der Sockel bzw. Grundmauer bei den gestampften Wänden war das Eindringen aufsteigenden Feuchtigkeit zu unterbinden und gleichzeitig einen Spritzwasserschutz zu gewährleisten.¹²⁶⁰ Um diese Funktion sicherzustellen waren Sockelhöhen von wenigstens einem Fuß (ca. 31,4 cm) aber auch zweieinhalb Fuß¹²⁶¹ (ca. 78,5 cm) über dem Erdreich einzuhalten. In der Ausführung, besonders bei kleinen oder untergeordneten Gebäuden, wurde diese Vorschrift allerdings nicht eingehalten.

So wie bei den Lehmsteinmauerwerken waren die Sockel nach Möglichkeit aus allen verfügbaren Natursteinen aufzuschichten¹²⁶² und vor Errichtung der Stampfwand möglichst horizontal abzugleichen.¹²⁶³ Beispiele sind der aus gebrochenen Graniten geschichtete So-

ckel des Lehmstampfbaus Hauptstraße 64 in Wensickendorf, Landkreis Oberhavel, Amt Oranienburg-Land oder die Kalk-Sand-Stampfwände der Scheunen in Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Michendorf. Als sehr loses Gefüge wurde dagegen der Sockel für den Lehmstampfbau in Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe, ausgeführt: die Feldsteine einer dürtigen Abgleichsschicht aus Ziegelbruch wurden mit einem sehr sandigen gestreckten Mörtel verbunden. Die Grundmauer der Scheune in Ribbeck, Landkreis Havelland, Amt Nauen-Land, wurde dagegen sehr sorgfältig aus Ziegelmauerwerk mit Fugen aus Kalkmörtel errichtet, wozu Ziegel der örtlichen Ziegelei verwendet wurden. Sobald der Sockel angelegt war, wurde darauf oder darum die Schalung ausgerichtet und die vorbereitete Stampfmasse eingebracht.

Um die Erde für die Lehmstampfbauten aufzubereiten, war die Erde zu verwenden, die ca. drei Fuß unter Bodenniveau ausgehoben wurde. Grobe Steine wurden abgesammelt und die Erde geschlagen bzw. gehackt.¹²⁶⁴ Die trockene d.h. erdfeuchte Masse¹²⁶⁵ wurde in Schichten mit Höhen zwischen drei bis vier Zoll¹²⁶⁶ (ca. 7,8 bis 10,4 cm) durch Stößel oder Festtreten verdichtet. Erden mit pflanzlichen Zusätzen konnten zusätzlich mit Wasser angereichert sein.

Sobald die Stampfmasse angetrocknet war, konnte ausgeschalt werden.¹²⁶⁷ Ausbauchungen der Lehmstampfwände ließen sich abbeilen, während bei den Kalk-Sand-Stampfwänden das Abbeilen größere Schäden verursachte.¹²⁶⁸ Eine Reparatur der aus Lehm gestampften Wände war mit feuchter Erde oder Lehm nicht möglich. Während des Trocknens der Füllmasse schrumpfte diese und fiel anschließend heraus.¹²⁶⁹

Obwohl für die geschaltten Stampfwände in der ersten Hälfte des 19. Jh. immer wieder gemauerte steinerne Mauerecken gefordert wurden,¹²⁷⁰ lassen sich diese bei den in der Mark ausgeführten Stampfbauten nicht nachweisen.

Als technisch sehr schwierig bis unmöglich wurde das exakte Einsetzen von Wandaussparungen und Öffnungen in den Stampfwänden¹²⁷¹ bewertet. Öffnungen waren meist nicht maßhaltig und zudem schief. Zusätzlich führte die durchschnittliche Beanspruchung als Fenster- oder Türleibung zum Ausbruch von Wandstücken, so dass zum Schutz der Wände Öffnungen mit hölzernen und steinernen Leibungen eingefasst wurden.¹²⁷² Die ebenfalls angeführten Eisenrahmungen schieden allerdings aus finanziellen Gründen aus.¹²⁷³ Als preiswerteste und bevorzugte Variante wurden Holzrahmen bzw. Zargen eingesetzt,¹²⁷⁴ wie sie in Abbildung 70 dargestellt sind. Auf Holz- und Ziegeleinfassungen, wie bei den Belüftungsfenstern in der Scheune Dorfstraße 1, in Stücken, Landkreis Postdam-Mittelmark, Amt Michendorf, wurde verzichtet.

Die als „Futter“¹²⁷⁵ bezeichneten Holzrahmen wurden aus mehreren vorgefertigten Holzteilen zusammengesetzt. Eingesetzt wurden einerseits „schwache Zargen“¹²⁷⁶, die aus sogenannten Kreuzhölzern, einem Viertelstamm oder vier Zoll (ca. 10,4 cm) starken Bohlen be-



Abb.70 Scheune in Stücken, Dorfstraße 1 (nach 1848), Landkreis Potsdam-Mittelmark, Michendorf, doppelte Holzzarge. Die hölzernen einfachen oder doppelten Zargen waren die preiswerteste Lösung Rahmenöffnungen einzubringen, wenn wie bei Belüftungsöffnungen ohnehin auf Rahmen verzichtet wurde.



Abb.71 Scheune der Gutsanlage in Ribbeck, Landkreis Havelland, Amt Nauen-Land, Scheunentor mit Ziegeleinfassung. Die begrenzenden Pfeiler des Tors wurden möglicherweise zusammen mit dem Sockel vor der ersten Wandschicht errichtet. Es folgten Wandschichten bis zum Kämpfer des Torbogens. Der Torbogen wurde geschlossen und der Anlauf für den Entlastungsbogen bis zur Höhe der Oberkante der zweiten Wandschicht hochgemauert. In einem weiteren Arbeitsschritt wurde die zweite Schicht der Kalksand-Stampfwand auch über dem Sturzbogen eingebracht. Nun wurden das Ziegelfeld unter dem Entlastungsbogen und der Bogen selbst fertiggestellt, bevor mit einer weiteren Wandschicht die Toreinfassung in die Wand eingebunden wurde.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

standen und bündig mit der äußeren Öffnungskante versetzt wurden und andererseits „doppelte Holzzargen“¹²⁷⁷. Diese bestanden aus zwei Holzrahmen, die jeweils mit der Innen- und Außenseite der Wand bündig abschlossen und ggf. durch Hölzer mit einander verbunden waren. Zur Entlastung konnten die Stürze der Holzrahmen mit bogenförmig geschnittenen, hochkant gestellten Brettstürzen kombiniert sein.¹²⁷⁸ Die Verbindung mit der Wand erwies sich als dauerhafter, wenn die Zargen entweder vor oder während der Wandherstellung an den vorgesehenen Stellen aufgestellt wurden.¹²⁷⁹

Stark beanspruchte oder größere Türen und Tore wurden vorrangig mit gemauerten Ziegeln eingefasst – ein Verfahren, das als die stabilste und dauerhafteste Lösung angesehen wurde.¹²⁸⁰ Die Ziegeleinfassung wurde entweder vor der Wandherstellung errichtet,¹²⁸¹ oder sie konnte wie bei dem in Abbildung 71 dargestellten Scheuentor in Ribbeck, Landkreis Havel-land, Amt Nauen-Land, in die Wandherstellung eingebunden sein. Die begrenzenden Pfeiler des Tors wurden möglicherweise zusammen mit dem Sockel vor der ersten Wandschicht errichtet. Es folgten Wandschichten bis zum Kämpfer des Torbogens. Der Torbogen wurde geschlossen und der Anlauf für den Entlastungsbogen bis zur Höhe der Oberkante der zweiten Wandschicht hochgemauert. In einem weiteren Arbeitsschritt wurde die zweite Schicht der Kalk-Sand-Stampfwand auch über dem Sturzbogen eingebracht. Nun wurden das Ziegelfeld unter dem Entlastungsbogen und der Bogen selbst fertiggestellt, bevor mit einer weiteren Wandschicht die Toreinfassung in die Wand eingebunden war.

In Abhängigkeit der Öffnungsbreiten wurden in den 40er Jahren des 19. Jh. Wandöffnungen mit Breiten ab fünf bis sechs Fuß¹²⁸² (ca. 157,0 bis 188,4 cm) angegeben, die mit Ziegebogen überwölbt werden sollten. Wenn auch nicht unbedingt beachtet, so sollten ab der Mitte des 19. Jh. Ziegeleinfassungen wenigsten zwei Steinlängen breit sein.¹²⁸³ Um die Bogen dauerhaft zu entlasten, war die Wölbung mit einem Entlastungsdreieck zu versehen,¹²⁸⁴ so wie es für den Stalleingang des als Wellerbau ausgeführten Stallgebäudes des Kossätengehöfts, Zauchowitzer Straße 44 in Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf (nach 1848), ausgeführt wurde. Gleichzeitig wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. damit experimentiert, Öffnungen nachträglich aus den Stampfwänden herauszusägen.¹²⁸⁵

Die geschalteten Lehmstampfwände blieben nicht zuletzt wegen der sehr sandigen Lehmvor-kommen in der Mark die Ausnahme,¹²⁸⁶ wie die landwirtschaftlichen Wohnbauten in Metzelthin, Dorfstraße 33-35b, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Wusterhausen, während solche aus Kalk-Sand insbesondere für Scheunen in der ersten Hälfte des 19. Jh. eine gewisse Bedeutung erhielten. Auch wenn in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. Stampfwölbungen aus Lehm für denkbar gehalten wurden,¹²⁸⁷ fanden vereinzelt Versuche für Bogen und Wölbungen nur mit Kalk-Sand-Gemischen statt.¹²⁸⁸ Der Übergang solcher gestampften oder schon gegossenen Gewölbe war allerdings fließend.

GEGOSSENE GEWÖLBE UND WÄNDE

Großen Einfluss auf die Entwicklung gegossener Bauteile hatten von der Mitte des 18. Jh. bis in das 19. Jh. hinein die neu entdeckten antiken römischen gegossenen Gewölbe und die in Italien während des 18. Jh. im größeren Umfang hergestellten Gussgewölbe.¹²⁸⁹ Berichtet wurde beispielsweise von einer mit Rohr überdeckten Holzschalung, auf der ein Mörtelgemisch schichtweise vergossen wurde.¹²⁹⁰ In Deutschland wurde das Für und Wider der antiken oder neuzeitlichen italienischen Gussgewölbe verstärkt ab 1800 immer wieder diskutiert. Die einfache Herstellung faszinierte, in dem auf eine Schalung eine Lage mit Ziegeln oder anderen Steinen aufgelegt wurde, und diese anschließend mit einem Mörtelgemisch ohne großen Aufwand übergossen wurden.¹²⁹¹ Mit den Gussgewölben eröffneten sich ganz neue Aussichten unter Einsatz leichter Zuschläge wie vulkanischen Aschen,¹²⁹² Bims,¹²⁹³ Schlacken,¹²⁹⁴ Tuff,¹²⁹⁵ Ziegeltrümmern¹²⁹⁶ oder kleinen Bruchsteinen,¹²⁹⁷ Leichtgewölbe sehr einfach in einer unendlichen Formenvielzahl herstellen zu können.¹²⁹⁸ Der Reiz an Gussgewölben faszinierte sehr, da durch die Annahme des reduzierten oder vermeintlich ausbleibenden Seitendrucks solche leichten Gewölbe überall einsetzbar waren (vgl. S. 277) - ein Vorteil, der sich mit üblichen Steingewölben nicht realisieren ließ.

Die Wirkung der Gussgewölbe konzentrierte sich im Wesentlichen auf die wahrgenommene Mörtelfestigkeit, die als „Großes Prinzip“¹²⁹⁹, beschrieben wurde, in dem aus vielen kleinen Teilen ein monolithisches Gewölbe erstellt werden konnte.¹³⁰⁰ Die Bedeutung lag vor allem darin, dass die Gussgewölbe in keiner Weise den bekannten Keilsteintheorien entsprachen (vgl. S. 278 ff.). Als Mörtel der Gussgewölbe wurden ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. vor allem Puzzolan-¹³⁰¹, Kalk-¹³⁰² oder Gipsmörtel¹³⁰³ angeführt, die in den 30er Jahren des 19. Jh. durch künstliche hydraulische Kalkmörtel,¹³⁰⁴ wie der „Roman-Cement“¹³⁰⁵, noch ergänzt wurden.

Tatsächlich ausgeführte Gussgewölbe sind für die Mark bisher nicht bekannt. Vor 1800 wurden auf dem Landgut in Piesdorf, Saalekreis, Versuchsgewölbe für einen Kuhstall ausgeführt, die vor einigen Jahren abgerissen wurden. Vergossen wurde dort ein Gipsmörtel, der Tuffstein und andere Steinarten als Zuschläge enthielt.¹³⁰⁶

Der Bewunderung für die gegossenen, sogenannten „italienischen Gewölbe“¹³⁰⁷ war in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. sehr ausgeprägt und zeigte sich in der großen Erfurcht vor den festigenden Eigenschaften der italienischen Baumaterialien, die sich meist auf die vulkanischen Aschen, die natürlichen Puzzolane bezogen.¹³⁰⁸ Den örtlich verfügbaren „deutschen“ Materialien¹³⁰⁹ wurden vergleichbare Festigkeiten nicht zugetraut, weshalb weiterhin an Holz- und Ziegelwölbungen festgehalten wurde.¹³¹⁰ Es überwog die tiefsitzende Befürchtung, dass die in der Mark hergestellten Wölbungen schnell Risse erhalten würden und die Standsicherheit damit gefährdet sei.¹³¹¹

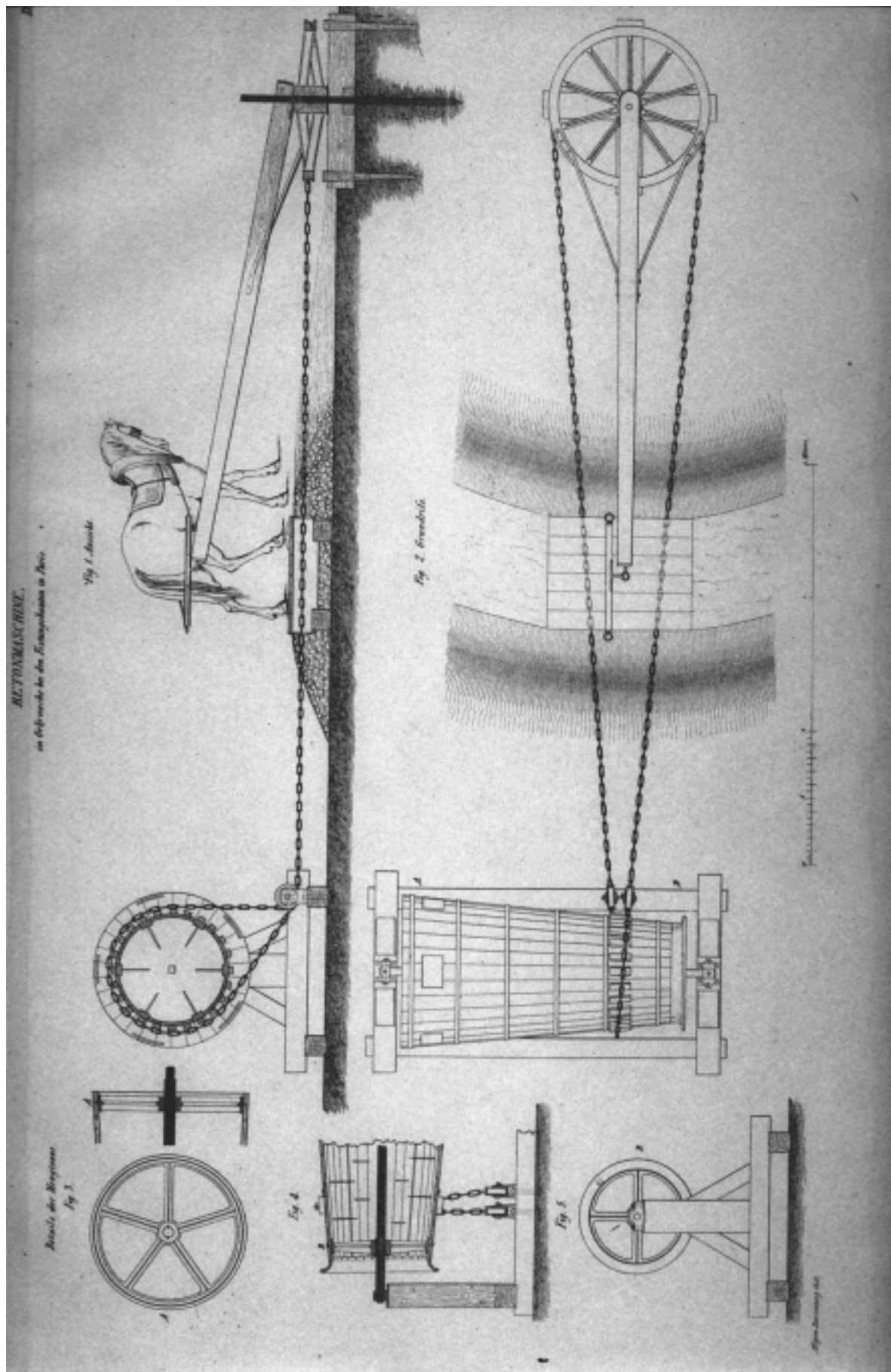


Abb.72 Lecoite 1843. Tafel DLXXI. Mechanische Mörtelaufbereitung unter Einsatz von Pferden oder anderen Zugtieren.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

Für Gewölbe und Wände wurden ab dem letzten Drittel des 18. Jh. gleichermaßen die Bezeichnungen „Gußmauerwerk“¹³¹², „vermishtes Mauerwerk“, „Gußwerk“ oder „Beton“¹³¹³ verwendet, obgleich vorrangig gegossenen Wänden in der praktischen Ausführung eine größere Bedeutung zukam. Begrifflich waren die gegossenen Wände nicht zuletzt durch die Schalung mit den gestampften Wänden eng verknüpft. Geschalte Wände wurden sowohl als „Guß-“, „Stampfmauerwerke“ oder „Kalk-Sand-Pisé“¹³¹⁴ beschrieben, wobei bis in das 19. Jh. das Verstampfen bzw. Verdichten einer Masse in einer hölzernen Schalung im Vordergrund stand.¹³¹⁵ Wie bei den Gewölben führte der Einsatz hochwertiger Mörtel¹³¹⁶ zur Herstellung monolithischer Bauteile. Der flüssige Mörtel wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend mit der französischen Bezeichnung „Beton“¹³¹⁷ umschrieben. Die bis dahin gebräuchlichen Begriffe „Stampf-“ bzw. „Gußwerk“ wurden für die monolithischen Bauteile um die neuen Begriffe „Schal-“ oder „Formbau“¹³¹⁸ erweitert.

Die Technik der gegossenen Wände des frühen 19. Jh. waren einerseits durch Erfahrungen geschalter Stampflehmwände und andererseits durch geschalte Gusswände bestimmt. Solche Gusswände waren seit der zweiten Hälfte des 18. Jh. beispielsweise aus Schweden oder Frankreich bekannt, die dort aus Schlacken und Steingemischen, zusammen mit Gips- oder Kalkmörtel,¹³¹⁹ gegossen wurden. Anstelle der gestampften Wände aus Erde oder Lehm wurden zu Beginn des 19. Jh. vermehrt Rezepturen mit Lehm-Kalk bzw. reinem Kalk-Sand gestampft oder vergossen.¹³²⁰ Experimentiert wurde mit Urin, Säuren, Weißkalk, Sand, Ziegelmehl, Aschen, hoch hydraulischen Kalken, Mergelkalk oder Kalkwasser als Zusätzen, um gezielt die Festigkeit zu erhöhen.¹³²¹ Besonders ergiebig waren Versuche mit stark abgemergtem Kalk, der mit Wasser und Sand zu einem Gussmörtel verarbeitet wurde.¹³²²

Die Verarbeitung wurde in den 40er Jahren des 19. Jh. noch perfektioniert, indem sogenannte „Mengenmaschinen“¹³²³, Mörtelmischer, eingesetzt wurden, wodurch die Mischung gleichmäßiger wurde und sich die Kalkmilchzugabe mit entsprechender Kosteneinsparung verringern ließ¹³²⁴ (Abb. 72).

Die Kastenschalung wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. für diejenigen Kalk-Sand-Stampfwände bevorzugt, in die der Mörtel in einer bis zu sechs Zoll¹³²⁵ (ca. 15,6 cm) starken Schicht eingefüllt und verstampft wurde. Um zu verhindern, dass die Schalung ausbeulte oder sich der Mörtel entmischte, durfte das Verdichten nicht lange erfolgen.¹³²⁶ Nach ca. vierundzwanzig Stunden konnte die Schalung entfernt werden.¹³²⁷ Um die Aushärtung des Kalkmörtels zu verbessern, der immer noch als Trockenvorgang aufgefasst wurde, konnten zusätzliche Löcher in der Wand geschlagen werden.¹³²⁸

Die geschalten Kalk-Sand-Wände wurden im Vergleich zu den Ziegelmauerwerken teils fester,¹³²⁹ teils instabiler¹³³⁰ beurteilt. Empfohlene Wandbreiten wurden in den 40er Jahren des 19. Jh. mit sechzehn Zoll (41,6 cm) für eine zehn Fuß (314 cm) hohe Wand und achtzehn Zoll (46,8 cm) für eine zwölf bis vierzehn Fuß (377 bis 440 cm) hohe Wand¹³³¹ einge-

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

schossiger Gebäude angegeben. Von diesen Vorgaben weichen die Kalk-Sand-Scheunen in Stücken, Dorfstraße 1 und Zauchowitzer Straße 50, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf, sowie die Scheune in Ribbeck, Landkreis Havelland, Amt Nauen-Land, mit Höhen von ca. 450 Zentimetern und Breiten um die 55 Zentimeter nur unwesentlich ab.

Auch wenn gegossene Gewölbe in der zweiten Hälfte des 18. Jh. und des frühen 19. Jh. in der Mark nicht errichtet wurden, bestanden dennoch klare Vorstellungen zu deren Herstellung. Der auf eine Schalung gegossene Mörtel sollte erst nach zwei Monaten ausgeschalt werden, um sicherzustellen, dass der Mörtel ausgehärtet war und keine der befürchteten Risse auftraten.¹³³² Als vorstellbare Gewölbeformen wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. Kuppeln, Kreuz- und alle Arten von Tonnengewölben als besonders geeignet eingestuft.¹³³³

Eine besondere Stellung nahmen die Rippengewölbe ein. Sie waren durch antike und neuzeitliche Beispiele, wie die Gewölbe Maxentius-Basilika in Rom (307-313) oder die Domkuppel in Florenz (1420-1434), bekannt geworden. Zwischen sogenannten „Ribben“¹³³⁴, „Gratbogen“¹³³⁵, „Stegen“¹³³⁶ oder „gewölbten Gurten“¹³³⁷, die aus Ziegel und einem Mörtel errichtet waren,¹³³⁸ wurden in die Zwischenfelder, die sogenannten Zellen oder Kassetten, mit einem Mörtelguss verfüllt.¹³³⁹ Die vertikalen Rippen waren durch horizontale aus Ziegelmauerwerk hergestellte Querbänder verbunden.¹³⁴⁰ Vereinzelt wurde auch Werkstein als Baustein angeführt.¹³⁴¹ Die netzartige Struktur der Rippengewölbe mit den gegossenen Kassetten wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. als besonders standsicher und rissbeständig beurteilt,¹³⁴² weshalb das Rippennetz insbesondere bei größeren Wölbungen Anwendung finden sollte.¹³⁴³ Die Netzstruktur diente jedoch für Holz- und Eisenwölbungen als Vorbild. Steinerne Rippengewölbe mit gegossenen Feldern sind für die Mark bisher nicht bekannt. Letztlich blieben gegossene Rippengewölbe ohne Einfluss.¹³⁴⁴ Für die Gewölbeherstellung der Rippengewölbe war weniger die konstruktive Herstellung, als vielmehr die Kassette als entscheidendes Gestaltungsmittel Sinnbild antiker Bauwerke wie das römische Pantheon¹³⁴⁵ (vgl. S. 319).

WELLERWÄNDE

Der Wellerbau ist eine Herstellungstechnik, bei der ein Lehm-Strohgemisch freihändig mit einer Gabel aufgesetzt, verdichtet und danach fluchtgerecht mit einem Spaten und Beil abgearbeitet wird.¹³⁴⁶ In diesem Zusammenhang kennzeichnet der Begriff Wellerwände nicht die aus Erde oder Lehm aufgeschütteten und mit Grassoden abgedeckte „Erdwände“¹³⁴⁷, aus denen Unterstände für Soldaten, Wächter oder Hirten angelegt wurden.¹³⁴⁸ Vielmehr sind hier freihändig geschichtete und verdichtete Lehm-Stroh­wände gemeint. Diese Herstellungstechnik wurde während des 18. Jh. als „Wellerbauten“¹³⁴⁹, „Wellerwände“¹³⁵⁰, „Wellerarbeit“¹³⁵¹, „Welger“¹³⁵² oder als „Pfuhlwände“¹³⁵³ bezeichnet. Auch wenn die Wellerwände ihrer Definition nach nicht den geschalten Wänden zuzuordnen sind, so sind die Übergänge zu den geschalten Stampfwänden dennoch fließend.

Der Wellerbau wurde zum Teil als eine der ältesten Bautechniken beschrieben,¹³⁵⁴ die in einigen Landschaften außerhalb der Mark neben dem Fachwerkbau seit Jahrhunderten eine gebräuchliche Bauart war.¹³⁵⁵

So wie alle Lehm­bauten wurden Wellerbauten wegen des geringen Holz- und Steinbedarfs¹³⁵⁶ und auch wegen der wesentlich geringeren Herstellungskosten besonders von den Bauverwaltungen in der zweiten Hälfte des 18. Jh. sehr geschätzt. Im Vergleich zu Ziegelgebäuden betrugen die Herstellungskosten der Wellerbauten nur ein Viertel bzw. ein Sechstel.¹³⁵⁷ In der Absicht, die Vorteile der Weller gegenüber Fachwerkwänden hervorzuheben, wurden eine gleichartige Dauerhaftigkeit,¹³⁵⁸ eine wesentlich größere Feuersicherheit,¹³⁵⁹ aber auch bessere Dämmeigenschaften¹³⁶⁰ immer wieder angeführt. Als gravierende Nachteile der Wellerbauten erwiesen sich die langwierige und mühsame Herstellung,¹³⁶¹ das Schwinden und die starke Rissbildung.¹³⁶² Dennoch waren die Wellerbauten, wie andere Lehmwände auch, in der Regel auf untergeordnete ländliche Wohn- und Wirtschaftsgebäude beschränkt.¹³⁶³

Wellerwände wurden sowohl als Innen- und Außenwände,¹³⁶⁴ aber auch als Grundstückseinfriedungen¹³⁶⁵ errichtet. Weniger geeignet waren die Wellerwände für Stallungen, sofern nicht eine zusätzliche Belüftung sichergestellt war. Durch die feuchte Stallluft quollen die Wände auf und drohten einzustürzen.¹³⁶⁶

Kennzeichnend für den Wellerbau war die Mischung eines Lehms mit pflanzlichen Zusätzen.¹³⁶⁷ Wenn auch nahezu alle pflanzlichen Teile denkbar waren, so wurden besonders Stroh (vor allem Roggenstroh), sogenannte „Schäben“¹³⁶⁸ (Spelzen etc.), Heu (auch verrottes Heu), Moos, Kiefern­nadeln oder Heidekraut angeführt. Durch die pflanzlichen Zusätze sollte ein zu starkes Schwinden und die dadurch auftretende Rissbildung¹³⁶⁹ während des Trocknens vermindert werden. Sowohl sehr langem¹³⁷⁰ als auch möglichst kurzem und zerkleinertem Stroh¹³⁷¹ wurde eine festigende Wirkung zugeschrieben. Die Zugabe der einzel-

nen Lehm-, Sand- und pflanzlichen Bestandteile war auf den jeweiligen Lehm- bzw. Tongehalt der eingesetzten Erde abzustimmen. Je tonhaltiger die Erde war, desto mehr Sand und Stroh sollte untergemischt werden.¹³⁷² War die Erde zu mager, wie dies in der Mark häufig vorkam, sollte zusätzlich fette tonhaltige Erde untergemischt werden.¹³⁷³ War der Strohanteil zu gering, drohte die fertige Wand durch das stärkere Schwinden zu reißen oder auszubeeulen.¹³⁷⁴

Obwohl in der Literatur immer wieder betont wurde, dass ein gleichmäßiges Mischen für die Qualität des Materials und damit für die zu errichtende Wand entscheidend sei, war die praktische Umsetzung schon wegen der damit verbundenen enormen Aufwands eher als Ausnahme.¹³⁷⁵ Vielmehr wurde der zu verarbeitende Lehm nach größeren Steinen abgeseucht¹³⁷⁶ und pflanzliche Stoffe, Wasser und ggf. Sand durch Menschen- und Tierkraft in kleineren Einheiten gemischt.¹³⁷⁷ Empfehlungen, wonach der Lehm wenigstens zwei Jahre vor Gebäudeerrichtung aufgedigelt und mit Wasser angemischt werden sollte, um ihn anschließend ausfrieren zu lassen,¹³⁷⁸ sind als ebenso theoretisch anzunehmen, wie die Forderung, vor Gebäudeausführung Versuchswände anzulegen.¹³⁷⁹

Für das Aufschichten der Lehm-Strohgemische wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zwei unterschiedliche Methoden angeführt, die als „grobe“ und „feine Herstellung“¹³⁸⁰ bezeichnet wurden. Für die grobe Herstellungstechnik wurde die Lehmmischung mit einer drei- oder vierzinkigen Gabel oder einer Mistgabel über einem vorbereiteten Sockel bzw. Fundament in Klumpen geschichtet. Die Masse wurde kräftig mit Schlegeln oder Pritschen verdichtet.¹³⁸¹ Standen solche Werkzeuge nicht zur Verfügung, erfolgte die Bearbeitung mit der Hand.¹³⁸² Die Schichthöhe wurde beispielsweise mit einem Fuß (ca. 31,4 cm) Höhe angegeben. Hintereinander konnten drei Schichten mit einer Gesamthöhe von ca. drei Fuß¹³⁸³ (ca. 94,2 cm) errichtet werden, ohne ein Ausbeulen der Mauer zu befürchten. Danach wurde die Wandherstellung solange unterbrochen, bis der Lehm angetrocknet war.¹³⁸⁴ Mit Spaten oder Beil wurde die endgültige Form der Wand herausgearbeitet.

Die sogenannte „feinere Herstellung“ zeichnete sich durch Zöpfe aus, die aus einem Lehm-Strohgemisch gewickelt wurden.¹³⁸⁵ Dazu wurde langes Stroh mit Lehm vermengt und gedreht. Der entstandene Zopf war zwischen eineinhalb und zwei Fuß (ca. 47,1 bis 62,8 cm) lang, mittig zwischen sechs Zoll und ein Fuß¹³⁸⁶ (ca. 15,7 bis 31,4 cm) stark und verjüngte sich zum Ende¹³⁸⁷ (Abb. 73).

Der Zopf wurde auch als „Knoten“, „Knubben“, „Kauten“, „Welger“, „Fladen“ oder „Ballen“¹³⁸⁸ bezeichnet. Die gewickelten Zöpfe wurden wie die Klumpen mit einer Gabel¹³⁸⁹ aufgeschichtet. Angestrebt wurden horizontale Schichten, die abgetrepp¹³⁹⁰ angelegt wurden und die mit längs und quer angeordneten „Streich- und Laufschichten“¹³⁹¹ einem Blockverband entsprachen. Zur Ausrichtung der Schichten wurden Schnüre gespannt.¹³⁹² Der Einhal-

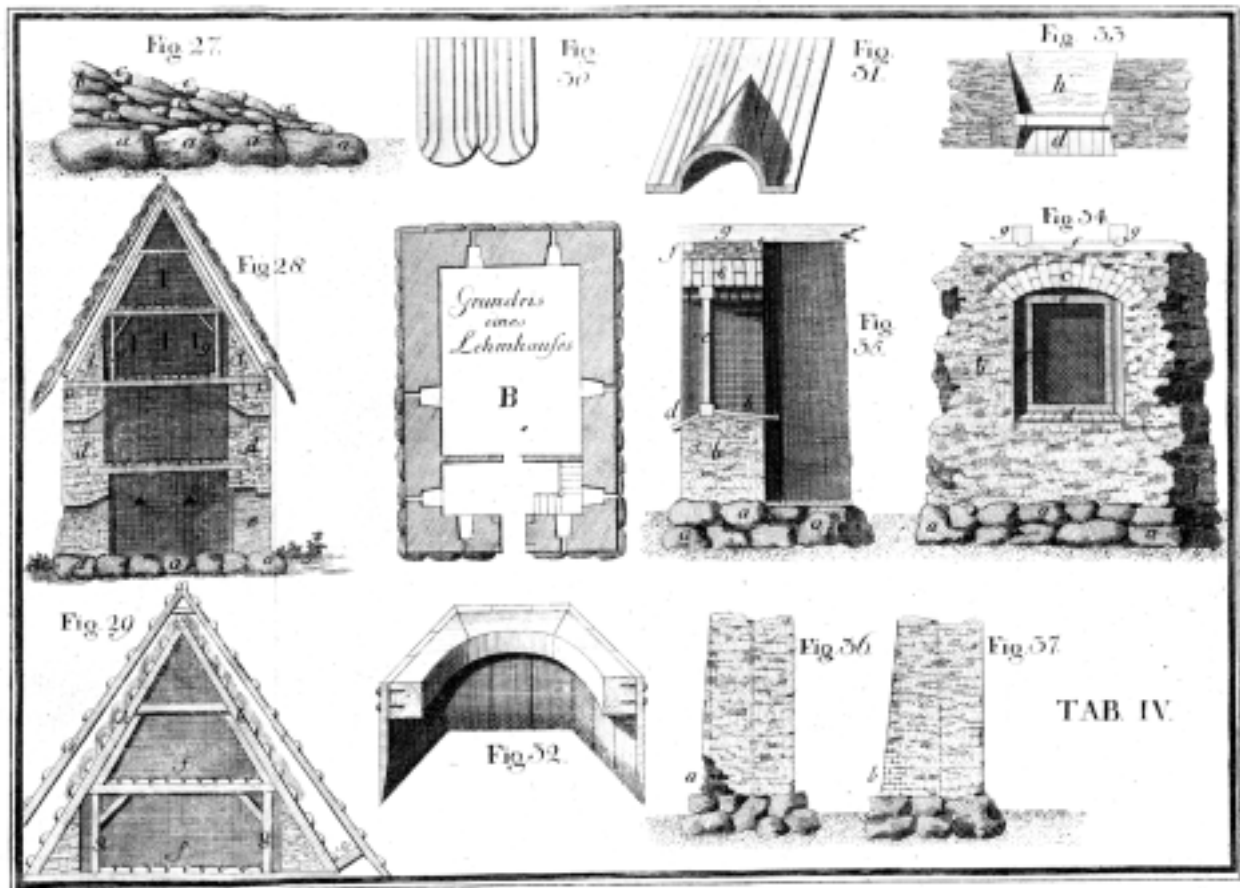


Abb. 81 Lange 1779. Tafel. IV. Für die Herstellung der Wellerwände mit Zöpfen wurde langes Stroh in Lehm gedreht (Figur 27).

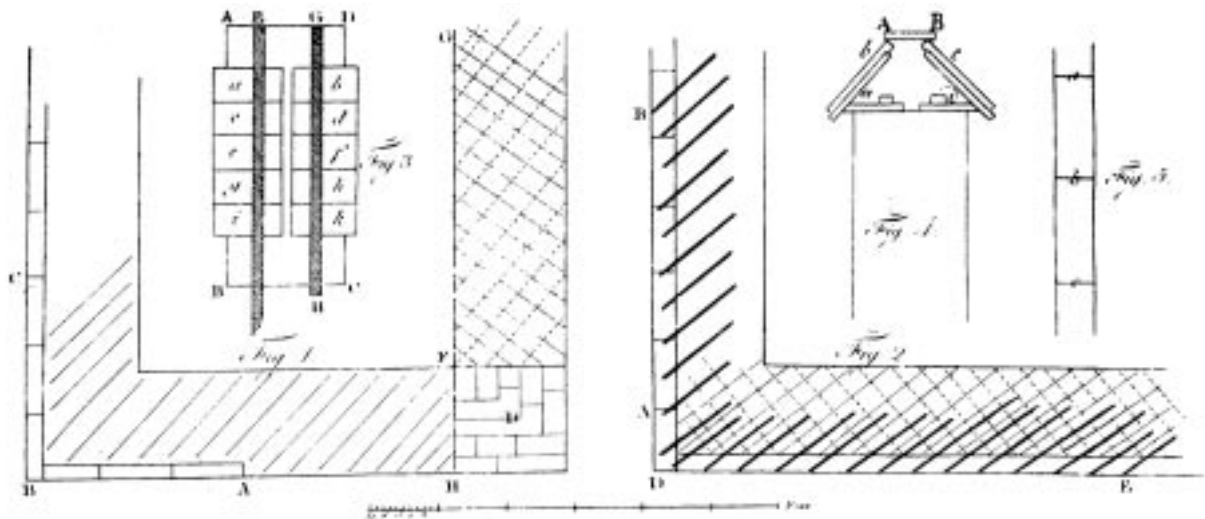


Abb.74 Hundt 1811. Auf einem Steinsockel wurden Lehmgemische mit pflanzlichen Zusätzen in einer durchschnittlichen Höhe von drei Zoll (ca. 7,8 cm) geschichtet. Die einzelnen Schichten wurden getrennt durch eine Lage Reisig, Äste oder dünne Hölzer, die ca. vier bis sechs Zoll (ca. 10,4 bis 15,6) länger als die festgelegte Mauerbreite geschnitten waren. Die Hölzer wurden im Sinne einer Bewehrung wechselseitig schräg ausgerichtet (Figur 1). Sobald die Wandhöhe auf ein Fuß angewachsen war, wurde verdichtet. Die Technik konnte auch mit einer Ziegelverblendung eingesetzt werden (Figur 2).

Um die Ziegelschale zu befestigen wurden Splinthölzer, wie in der rechten Figur dargestellt, in die Lagerfugen eingelegt, die in die Lehmwand einbanden.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

tung eines sogenannten „förmlichen Verbands“¹³⁹³ wurde eine höhere Stabilität zugeschrieben.¹³⁹⁴ Die somit erzielte Wandstabilität wurde zum Teil höher angesehen als die Festigkeit der Lehmstampfwände.¹³⁹⁵ Analog zur groben Herstellung wurden die Zopfschichten mit einem Schlegel verfestigt¹³⁹⁶ und die Wandherstellung in einer Höhe von drei bis vier Fuß¹³⁹⁷ (ca. 94,2 bis 125,6 cm) unterbrochen. Der Lehm musste nun ebenfalls erst antrocknen, um ein Ausbeulen zu vermeiden.¹³⁹⁸

Für die Wandherstellung war es vorteilhaft, wenn sie arbeitsteilig erfolgte. Eine Person bereitete die Zöpfe vor, während eine weitere die Zöpfe aufschichtete.¹³⁹⁹ Herstellung und Verarbeitung setzten Geschick und Übung voraus.

Anfang des 19. Jh. entwickelte Johann Heinrich Hundt, Baurat im Herzogtum Mecklenburg-Schwerin, eine weitere Herstellungstechnik der Weller.¹⁴⁰⁰ In der Absicht, nicht weiter nutzbares Stroh, Holz und Strauchwerk in Verbindung mit Lehm preiswert von Hilfskräften, „ja von Weibern und erwachsenen Kindern“¹⁴⁰¹ errichten zu lassen, fand diese Technik in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. insbesondere für Wohnunterkünfte für Landarbeiter in der Mark größere Beachtung. Die Technik wurde als „Hundsche oder Mecklenburger Wellerwand“¹⁴⁰², „Hund[t]sche Baumethode“¹⁴⁰³ oder als „neue Piséart“¹⁴⁰⁴ bezeichnet (Abb. 74). Eine in dieser Technik errichtete Grenzmauer einer nicht näher beschriebenen Berliner Pulverfabrik 1822 löste sich allerdings nach kurzer Zeit auf, so dass diese Technik nur für untergeordnete landwirtschaftliche Wohn- und Nutzbauten geeignet erschien.¹⁴⁰⁵

Analog zu den übrigen Lehmbauwerken war ein Naturstein- oder Ziegelsockel anzulegen, der möglichst mit einer Ziegelschicht abglichen wurde und beidseitig mit drei bis vier Zoll¹⁴⁰⁶ (ca. 7,8 bis 10,4 cm) breiter als die Lehmwand angelegt war. Auf dem Sockel wurden nun Lehmgemische mit pflanzlichen Zusätzen in einer durchschnittlichen Höhe von drei Zoll (ca. 7,8 cm) geschichtet. Jede Schicht war unterbrochen durch eine Lage Reisig, Äste oder dünne Hölzer, die ungefähr vier bis sechs Zoll (ca. 10,4 bis 15,6) länger als die Mauerbreite geschnitten waren. Die Hölzer wurden im Sinne einer Bewehrung wechselseitig schräg ausgerichtet.¹⁴⁰⁷ So bald die einzelnen Schichten auf eine Stärke von einem Fuß angewachsen waren, wurde verdichtet.¹⁴⁰⁸ Die Schichthöhen des Wellerbaus in Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Falkenberg-Höhe, betragen etwa zwölf bis fünfzehn Zentimeter, wobei die Durchmesser der als Bewehrung eingebrachten Rundhölzer zwischen zwei und vier Zentimetern betragen und immer durch Stampflehm von einander getrennt sind. Im Unterschied dazu betragen die Schichthöhen für den Wellerbau in Krollshof-Reudnitz, Landkreis Oder-Spree, Amt Friedland, mit fünf und sieben Zentimetern in etwa nur die halbe Schichthöhe. Die verstärkt aus dicht geschichtetem Reisig angelegte Bewehrung hat Durchmesser zwischen einem und höchstens drei Zentimetern.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

Möglicherweise hat Hundt die Idee der bewehrten Wellerwände von einem Herrn Hetzel übernommen, der um 1800 in Russland Stampfsteine mit Hölzern bewehrte.¹⁴⁰⁹

Die meisten der direkt oder indirekt auf Betreiben von Hundt in Mecklenburg ausgeführten Wellerbauten wurden gleichzeitig mit einer Ziegelverblendung errichtet, während die in der Mark mit dieser Technik ausgeführten Gebäude mit einem Putz als Witterungsschutz versehen waren.

Als durchschnittliche Trockenzeiten der Wellerabschnitte wurden acht bis vierzehn Tage angegeben,¹⁴¹⁰ so dass die Weller relativ lange Bauzeiten zur Folge hatten, die sich mit größeren Wandstärken und geringeren Strohanteilen noch verlängerten. Die notwendigen langen Trockenzeiten wurden häufig nicht eingehalten,¹⁴¹¹ wodurch Deformationen eintraten. Eine vollständige Gebrauchsfähigkeit der ausgetrockneten Wellerbauten wurde zum Teil erst nach einem bzw. sechs Jahren¹⁴¹² angenommen. Zur Beschleunigung des Trockenvorgangs wurde daher vorgeschlagen, glatte, rindenlose Rundhölzer in die Wand zu stecken¹⁴¹³ und nach der ersten Erhärtung herauszudrehen.

4. MAUERN

Definition

Die Mauer wird heute als eine massive Wand aufgefasst, die sich aus steinartigen Baustoffen zusammensetzt, die mit einem verbindenden Mörtel geschichtet werden.¹ Im Sinne eines Oberbegriffs werden die Mauern heute den Wänden zugeordnet, die im Wesentlichen unter statischen Gesichtspunkten in tragende, aussteifende und nichttragende Wände differenziert werden. Die zugedachte Funktion der Wände ist heute entscheidend, während der konstruktive Aufbau nur Beachtung findet, um die Funktion erfüllen zu können.

In der Vergangenheit war dies anders. Über Jahrhunderte wurden die Begriffe Wand und Mauer einerseits synonym verwendet, andererseits waren unterschiedliche Sinnbedeutungen damit verbunden.

Das Wort Wand leitet sich vom Gotischen oder Althochdeutschen „want“, „waddjus“² als auch von „weeg“, „plankenwand“, „wellerwand“ von „wol“³ abgeleitet. Ein weiterer Sinnzusammenhang bestand durch das Altnordische „vondr“ = Rute⁴, dem Lateinischen „Viere“ als binden, flechten⁵ im Sinne von Flechtwerk.

Im 8. Jh. wurde Wand = paries⁶ für eine kunstmäßig gemauerte Steinwand verwendet. Wand und Mauer wurden einerseits gleichartig zur Bezeichnung seitlicher Gebäude- oder Raumbegrenzungen⁷ eingesetzt, andererseits wurde eine begriffliche Trennung hinsichtlich der Herstellungsart vollzogen. Während die Wand aus Fachwerk oder Lehm aufgebaut war, wurde die Mauer aus Steinen zusammengefügt. Daher unterschied die Straßburger Zunft- und Polizeiverordnung im 15. Jh. für den Brandschutz nach steinernen Mauern und hölzernen Wänden.

Die materialbezogene Unterscheidung von Wand und Mauer besitzt bis heute ihre Gültigkeit, so dass die Mauer als ein aus Steinen zusammengefügt Körper definiert wird.⁸ Die einzelnen Steine können dabei durch einen Mörtel verbunden sein, müssen es aber nicht.⁹ Es ist zu vermuten, dass sich der Mauerbegriff während des 17. Jh. nur auf Werksteinmauern bezog, da Ende des 17. Jh. der Mauerbegriff auf ein mit Werkstein verkleidetes Ziegelmauerwerk¹⁰ ausgeweitet wurde. Bis in das 19. Jh. bestand eine hierarchische Abstufung der Mauerwerke in Abhängigkeit regelmäßiger, quaderförmiger Steinformate, die sowohl ästhetisch als auch statisch als relevant angesehen wurde. Angeführt wurde diese Reihe von den quaderförmigen Werksteinen, gefolgt von den Ziegeln und als Abschluss folgten alle unregelmäßigen Natursteine.¹¹

Unterschieden wurden Wände und Mauern während des 18. Jh. durch die Mauereigenschaften, die sich jedoch in den Materialeigenschaften begründeten. So wurden den Stein-

mauern die Qualitäten Witterungsbeständigkeit, Festigkeit und Feuerbeständigkeit zugeschrieben,¹² während die hölzernen Wände brennbar waren und Wände aus Lehm oder Erde als nicht dauerhaft galten.¹³ Die stärkere Berücksichtigung der tatsächlichen Materialeigenschaften während des 18. Jh. ließ den Ziegel noch vor dem Werkstein zum wichtigsten Mauerstein aufsteigen.¹⁴ Ebenso erhielt die Wirkung des gesamten Wandgefüges wachsende Bedeutung, so dass auch die massiven, homogenen, aus mineralischen und nicht brennbaren Baumaterialien hergestellten Lehm- und Stampfwände im letzten Drittel des 18. Jh. mit den steinernen Mauern zu „massiven Wände[n]“¹⁵ zusammengefasst,¹⁶ bzw. Ende des 18. Jh. auch als Mauern bezeichnet wurden.¹⁷ Akzeptierte Baumaterialien einer Mauer waren in der zweiten Hälfte des 18. Jh. und der ersten Hälfte des 19. Jh. Werkstein, Ziegel, Bruch-, Feld- und Kieselsteine, getrocknete Lehmsteine, Lehmputzen, gestampfte Erde und alle Gussmörtelarten.¹⁸ In der Beschreibung der Mauern und Wände wurde während des 18. Jh. der aus der französischen in die deutsche Sprache übernommene Begriff „massiv“¹⁹ im Sinne von „dicht und voll“²⁰ für nicht brennbare Baumaterialien ein bestimmendes Unterscheidungsmerkmal der Wände.

Jedoch erst nach dem zweiten Weltkrieg setzte sich der Begriff Massivbau für alle Bautechniken durch, bei denen die Baumaterialien Steine, Beton und Stahlbeton verarbeitet wurden.²¹ Eine eindeutige Abgrenzung des Massivbaus existiert bis heute nicht. Beispielsweise wird im „Lexikon der Weltarchitektur“ von 1987 der Massivbau als eine Bauweise beschrieben, bei der Raumabschluss und Konstruktion identisch sind und dem der Skelettbau gegenübersteht.²² Weitgehend unbedeutend ist eine Definition, die nur die Wände, die von Mauern hergestellt wurden, als Mauer anerkannte.²³

Während des 16. Jh. wurden Standsicherheit und dauerhafte Lastabtragung der Mauern zu wesentlichen Eigenschaften der Mauerdefinition. Insofern kam dem verwendeten Material mit seinen jeweiligen Eigenschaften, dem Gefüge, der Mauergröße und der Anordnung eine große Bedeutung zu (vgl. S. 167). Damit beispielsweise eine Stadtmauer die ihr zugeordnete Funktion erfüllen und einem äußeren Angriff standhalten konnte, waren die Krafteinwirkungen zu erfassen und konstruktiv zu berücksichtigen.²⁴ Pfeiler und Säulen stellten als Mauerbestandteile die belasteten oder unterstützenden Mauerteile dar,²⁵ die ab dem 16. Jh. in Raum unterteilende oder gliedernde Elemente und vor allem Kraft leitende Stützen unterschieden wurden. Die Mauer wandelte sich einerseits in ein räumliches Mauer- bzw. Stützensystem, in welches Gewölbe mit einbezogen werden konnten²⁶ (vgl. S. 329). Andererseits entstanden vor allem in Abhängigkeit auftretender Horizontalkräfte sogenannte „Unterstützungsmauern“²⁷, die als „Seitenmauern“²⁸ d.h. als Strebepfeiler oder Pfeiler gezielt zur Lastabtragung für Gründungen, Gewölbewiderlager, Stützmauern der Wasserbauten oder Geländemauern angelegt waren.²⁹ Diese besonders auf technische Bauwerke oder Großbauten übertragene



Abb.75 Wohngebäude, Am neuen Markt 11 (ca. 1752), in Potsdam. Die Sockelverkleidung wurde als Läuferverband angelegt. Die einzelnen Schichten wurden um eine viertel Steinlänge zu einander versetzt.

4. MAUERN

Sichtweise wurde Ende des 18. Jh. auch für profane Nutzbauten übernommen.³⁰ Die Mauer wurde zunehmend in Last tragende Stützen³¹ und begrenzende, nicht tragende Mauern, sogenannte „Füllungen“³², „Zwischenfüllung“³³ oder „Ausmauerung“³⁴ unterteilt. Gleichzeitig entstand als „neuer“ Mauertyp die „Tragmauer“³⁵, die gezielt zur Lastabtragung für den Wohnhausbau eingesetzt wurde³⁶ und mit der tragenden Wand heute zu vergleichen ist.

Ein weiteres, entscheidendes Kriterium in der Differenzierung von Mauer und Wand war die abgrenzende, abschließende Funktion zwischen zwei unterschiedlichen Bereichen, die nur durch eine Mauer herzustellen war. Zu solchen abgegrenzten unterschiedlichen Bereichen zählt die Stadtmauer mit den Bereichen Stadt – Land, die Gefängnismauer mit den Bereichen frei – unfrei oder Kloster-, Kirchhof-, Hof-, Gartenmauern mit den Bereichen eigen – fremd bzw. öffentlich – privat. Abgrenzende Mauern wurden häufig als „Befriedungs-“, „Ring-“, „Schluß-“, „Umfangs-“, „Schutz-“ oder „Einfassungsmauern“ beschrieben.³⁷ Auch der Schornstein übernahm als Feuermauer eine begrenzende Funktion, da er Feuer und Rauch von den benachbarten Räumen abhielt.³⁸ Diese Kennzeichnung unterschiedlicher, getrennter Bereiche hat sich schließlich bis in die Gegenwart gehalten. Auch die Berliner Mauer teilte von 1961-1989 Welten, indem sie die Trennlinie zwischen dem östlichen und dem westlichen politischen System bildete.

Außerhalb von Gebäuden wurden freistehende Stadt- oder Grenzmauern als „Frei-“ oder „Hauptmauern“³⁹ oder „ganz zu Tage stehen[d]“⁴⁰ bezeichnet. Alle „äußeren oder Umfassungsmauern“⁴¹ eines Gebäudes, die heutigen Außenwände, wurden als sogenannte Haupt- oder Standmauern, auch oberirdische Hauptmauern, obere Hauptmauern oder Hausmauern den Mauern zugeordnet.⁴² In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden die Außenwände auch als Vierungen bzw. Vierungsmauern beschrieben.⁴³ Die Außenwände grenzten als Mauer zwischen Innen und Außen zur Gasse, zum Platz, Hof, Garten⁴⁴ oder Erdreich ab.

Im Unterschied zu den Außenwänden wurden die Innenwände durch ihre unterteilende, gliedernde Funktion eines an sich gleichartigen Innenraums als Scheidungen den Wänden zugeordnet⁴⁵ (vgl. S. 237 ff.). Teil dieser „Scheidwände“⁴⁶ waren neben den Innenwänden auch die Decken, die als „horizontale Scheidewände“⁴⁷ angesehen wurden.

Einhergehend mit der gezielten Lastübertragung auch auf die Innenwände verlor ab dem letzten Drittel des 18. Jh. die Unterscheidung von Außenmauern und Scheidewänden an Bedeutung, und die Innenwände wurden als „innere Mauern“⁴⁸, „Abtheilungsmauer“⁴⁹, „Scheidungen oder Scheidemauern“⁵⁰ bezeichnet.

4.1. MAUERSTABILITÄT

Der französische Architekt Patte beschrieb in der Mitte des 18. Jh. ein statisch-konstruktiv bestimmtes Architekturverständnis, das Konstruktion, statische Überlegungen und wirtschaftliche Aspekte stärker in den Vordergrund der Architektur stellte. Diese Architekturauffassung erachtete das Mitglied des preußischen Ober-Bau-Departement David Gilly für so wichtig, dass er die Kernsätze dieser Architekturauffassung ins Deutsche übersetzte und in seinem „Handbuch der Landbaukunst ...“ veröffentlichte:

„Le grand art en Architecture consiste à ne donner d'épaisseur qu'autant qu'il en faut pour la solidité; c'est de mettre des forces, & d'assurer avec toute la fermeté possible les fondations, les points d'appui, ainsi que les endroits où doivent être la charge & la poussée: dans tout le reste il convient d'élégir & d'économiser: ce n'est assurément que par ignorance que l'on donne plus que moins“⁵¹.

„Die große Kunst in der Architektur besteht darin, nicht mehrere Stärke und Widerstand anzubringen, als erforderlich ist, nemlich um die Ruhepunkte zu unterstützen, und dem Fundamente alle mögliche Tragbarkeit, so wie den übrigen Stellen, auf welchen Seitendruck und Belastung würkt, den gehörigen Widerstand zu verschaffen; an allen übrigen Stellen eines Gebäudes kann man abbrechen und ersparen. Es geschieht gewiß nur aus Unwissenheit, wenn man gewöhnlich darunter zuviel als zu wenig thut“.⁵²

Noch in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde diese konstruktive, ökonomische Architekturbetrachtung als so außerordentlich angesehen, dass der Baugelehrte L. F. Wolfram Gillys Übersetzung in seinem „Handbuch für Baumeister“⁵³ ebenfalls anführte.

Idealmauer

Ganz im Gegensatz zu dieser neuen konstruktiv-, ökonomisch ausgerichteten Architekturauffassung wurde das bestehende Architekturverständnis weitgehend von der äußeren Gestaltung der Gebäude geprägt. Ausdrucksform für Mauerstabilität war der sichtbar verwendete quaderförmige Werkstein oder eine Imitation davon⁵⁴ und nicht die überprüfte Lastkonzentration oder eine empirisch nachzuvollziehende Mauerstabilität. Konstruktion und Standsicherheit fanden nur in Ausnahmefällen Beachtung, beispielsweise bei außergewöhnlichen Lasten oder ästhetisch unbedeutenden, technischen Bauwerken. Dabei konzentrierte sich die Wertschätzung für den Werkstein zum einen auf die Oberflächenbeschaffenheit und zum anderen auf das sichtbare Steinformat.

Eine harte, polierfähige Steinoberfläche galt als Ausdruck für einen vermeintlich festen Stein.⁵⁵ Steinhärte und Festigkeit wurden gleichgesetzt, so dass beispielsweise der Marmor (griechisch *Mamarein* = glänzen) oder „Marmelstein“⁵⁶ die höchste Wertschätzung erhielt. Unter einem Marmor wurden alle polierfähigen Steine, so auch Porphyr oder Granit aber auch Wandflächen mit Muschelverkleidungen aufgefasst.⁵⁷ Dem Werksteinquader wurden, unabhängig der Polierfähigkeit, Festigkeit (eine hohe Bruchspannung) und Dauerhaftigkeit (eine hohe Wasser- und Frostbeständigkeit) als Eigenschaften zugeschrieben,⁵⁸ weshalb in

einer gestalterisch bestimmten Hierarchie den Werksteinen die größte denkbare Stabilität zugeschrieben wurde.⁵⁹ Sehr deutlich werden die angenommenen Stabilitätsvorstellungen durch die während des 17., 18. und frühen 19. Jh. geltende Annahme, mit dem Einsatz von Werksteinen den Mauerquerschnitt reduzieren zu können, unbeachtet des tatsächlich eingesetzten Steins oder des ausgeführten Mauergefüges.⁶⁰

Der jeweiligen Steinproportion wurde ebenfalls eine stabilisierende Wirkung zugeschrieben. Ideal war ein Maß der halbe Steinlängen als Breite und Höhe.⁶¹ Nicht immer wurde die Steinhöhe gleichermaßen in diese Idealproportion eingebunden.⁶² Diese Gestaltungs- und Stabilitätsvorstellungen wurden neben den Werksteinen auch auf künstliche Steine, wie die Ziegel übertragen.

Angestrebt wurde bei der Fügung der aufwendig und passgenau gefertigten Werksteine eine schmale, gleichmäßige, kaum sichtbare Fuge.⁶³ Mörtel waren dabei unwichtig oder wurde teilweise sogar als schädlich⁶⁴ für die Standsicherheit angesehen. Entgegen der hohen Wertstellung der äußerlich sichtbaren Fugen, war die Anordnung und Ausrichtung der inneren Fugen nur von untergeordnetem Interesse. Letztlich konnten die inneren Mauerfugen hohl oder irgendwie mit Mörtel gefüllt sein.⁶⁵

In der Anordnung der Werksteinquader wurden gleichbleibende Schichthöhen bevorzugt,⁶⁶ die zueinander versetzt angelegt wurden, beispielweise um eine halbe Steinlänge.⁶⁷ Die einzelnen Schichten konnten wie bei der Sockelverkleidung des Hauses Am neuen Markt 11 (ca. 1752) in Potsdam auch nur um eine viertel Steinlänge versetzt sein (Abb.75).

Die als Läufer zu einem Läuferverband versetzten Werksteinquader verliehen ein besonderes Prestige,⁶⁸ das sich in Ermangelung von Werksteinquadern auch durch Bekleidungen, Putz oder Fugenmalerei erzeugen ließ.⁶⁹ Bestimmend für die Mauer und die mit ihr assoziierten Eigenschaften war nicht das Mauergefüge, sondern die Maueroberfläche, die auch aufgemalt sein konnte. Vor diesem Hintergrund wird verständlich, das der Niederländer Cornelius Redelyheid den Läuferverband in der Mitte des 18. Jh. als den gebräuchlichsten Mauerverband beschrieb.⁷⁰

Ausgehend von dieser Betrachtung galt eine Werksteinmauer als unumstößlich, wenn sie aus genau eingepassten, schweren Werksteinquadern in einem Läuferverband aufgeschichtet wurde und die Steinbreite mit der Mauerbreite identisch war.⁷¹ Solche Mauerwerke stellten wegen der fehlenden märkischen Natursteinvorkommen einen erheblichen materiellen und finanziellen Aufwand dar, der nicht umsetzbar war. Vor allem ökonomische Umstände bewirkten eine Bevorzugung der Schalenmauerwerke,⁷² ohne dass deswegen die wesentlich wichtigere äußere Gestaltung darunter leiden musste. Im 16. Jh. wurde das Schalenmauerwerk als „doppelte Mauer“⁷³, während des 17. und 18. Jh. als „Emplecton“⁷⁴, „Gußmauerwerk“⁷⁵, „Gußmauer“⁷⁶, „Futtermauer“⁷⁷, „griechisches Mauerwerk“⁷⁸ oder als „mehrschaliges Mauerwerk“⁷⁹ bezeichnet. Ende des 18. Jh. wurde das Gefüge häufiger als „Schalenmau-

erwerk“⁸⁰, „gemischtes Mauerwerk“⁸¹, „Füllwerk“ oder als „Füllmauer“⁸² umschrieben. Entsprechend des großen Stellenwerts für die äußerlich begrenzenden Mauerschalen,⁸³ kam dem Mauerkern nur eine untergeordnete Bedeutung zu, so dass dieses bis in das 19. Jh. mit Lehm, Erde, gestreckten Gips- und Kalkmörteln und allen Arten und Größen an Zuschlägen wie Ziegelbruch, natürlichen Steinen und Schutt hergestellt wurde.⁸⁴ Der Mauerkern wurde in der Regel schichtweise eingebracht,⁸⁵ wobei theoretisch Verankerungen der Mauerschalen untereinander oder wenigstens in den Mauerkern vorhanden sein sollten. Angeführt wurden Holzanker, metallene Klammern, Bolzen, Dübel, Haken und steinerne Spannquader oder Durchbinder,⁸⁶ die jedoch weniger für profane Hochbauten als für technische Bauwerke wie Militär- und Wasserbauwerke oder Stützmauern Berücksichtigung fanden.

Ein besonderer konstruktiver Stellenwert kam den Mauerecken zu, die durch Werksteine und Ziegel als Lang- und Kurzwerk angeordnet besonders zu sichern waren, da ein Aufreißen der Mauer in der Gebäudeecke befürchtet wurde.⁸⁷ Jedoch ist anzunehmen, dass die konstruktive Eckbefestigung im Anfang des 17. Jh. bereits an Bedeutung verlor, da beispielsweise die Mauerecken des Pallas der Burg Storkow (Beginn 17. Jh.) ohne Lang- und Kurzwerk ausgebildet wurden. Gestalterisch wurde das Lang- und Kurzwerk bis in das 19. Jh. als Mittel für eine „optische Stabilität“⁸⁸ weiterhin genutzt. Zum Beispiel wurde die Gebäudeecke des zweigeschossigen Eckgebäude (1733-1740, 1788) Gutenbergstraße 25/ Ecke Jägerstraße in Potsdam einheitlich ohne Lang- und Kurzwerk in Ziegelmauerwerk konstruiert. Gestalterisch stabilisiert wurden die Gebäudeecken durch angetragene Putzquader als Lang- und Kurzwerk. Die konstruktive, mit Werksteinen hergestellte Eckbefestigung wurde während des 18. Jh. nur noch für Gebäude mit besonderer Beanspruchung, wie Kanonenkugelbeschuss oder starke Witterungseinflüsse, nahegelegt.⁸⁹ Die mit Werksteinen verstärkten Mauerecken gerieten zu Beginn des 19. Jh. wegen der auftretenden Risse, der unzureichenden Einbindung der Quader in den Mauerverband und der starken Gewichtsbelastung in den Gebäudeecken zunehmend in die Kritik.⁹⁰

Der Werkstein als Symbol einer als antik anerkannten und deshalb schon als vollkommen und dauerhaft interpretierten Baukunst wurde beispielsweise von dem Kasseler Professor Wolf, bei der Fünften allgemeinen Architektenversammlung in Gotha 1846 gezielt eingesetzt, um seine geringschätzig Haltung gegenüber konstruktiven und technischen Neuerungen deutlich machen:

„Laßt uns bauen mit Quadern, wo es [um] die Errichtung großartiger monumentaler Werke gilt, die gleichsam für die Ewigkeit, wie die Grundfesten der Erde selbst, gegründet werden sollen, - mit Bruchsteinen aber, oder mit gebrannter Erde, dem Surrogat für diese, überall da, wo die Mittel oder die Natur des Landes jene durchaus nicht gestatten oder herleiten, oder wo nur untergeordnete Zwecke erreicht werden sollen, ...“⁹¹.

4.1.1. STANDSICHERHEIT

Unter Berücksichtigung vorbestimmter einwirkender Kräfte wurde eine Mauer im 17. Jh. als standsicher bewertet, wenn sie durch Krafteinwirkung weder Schaden nahm, noch ihr Tragverhalten sich dadurch verringerte.⁹² Die Errichtung der Mauern und Wände war gebunden an die Erwartung einer dauerhaften und stabilen Konstruktion, die während des 15. bis 19. Jh. mit „Festigkeit“ oder „Mauerfestigkeit“⁹³ umschrieben wurde. Ende des 18. Jh. wurde in der Regel von einer senkrecht stehenden Mauer ausgegangen,⁹⁴ die als standsicher galt, wenn sich alle Kräfte in einem „Gleichgewicht“⁹⁵ befanden.

Die Beurteilung der Mauern nach ihrer Stabilität unter Einfluss von Krafteinwirkungen stand in direkter Abhängigkeit von der Erfindung des Schwarzpulvers im 14. Jh. und der stetigen Verbesserung militärischer Apparaturen und Kanonen mit durchschlagender Wirkung. Um sich vor diesen neuen Waffen zu schützen, wuchsen die Stabilitätsanforderungen an militärische Befestigungsbauwerke.⁹⁶ Wegen der ebenfalls extremen Einwirkungen auf Wasserbauwerke wurden für beide Bauwerksgruppen während des 16. und 17. Jh. Versuche unternommen, die Kraftwirkungen zu analysieren und die Widerstandsfähigkeit durch materielle und konstruktive Lösungen zu verbessern. Zum Beispiel war die einem Beschuss ausgesetzte Mauer militärischer Bauwerke so zu konstruieren, dass sie einem Beschuss möglichst lange standhalten konnte und nicht in Folge partieller Zerstörung großflächig einstürzte.⁹⁷ Denn mit dem ruinierten Mauerwerk war auch der „Zweck der Festung aufgehoben“⁹⁸. Die Analyse der relevanten Stabilitätsfaktoren und gezielte Maßnahmen konstruktiver Verbesserungen nahmen in der militärischen Baukunst des 17. Jh. und des frühen 18. Jh. einen hohen Stellenwert ein und wurden wie ein Staatsgeheimnis behandelt.

Die intensivere Betrachtung der Mauerstabilität führte während des 18. Jh. zu einer differenzierten Betrachtung der Standsicherheit. Militärische, aber auch technische Bauwerke mussten äußerlich einwirkenden Krafteinwirkungen widerstehen. Die Standsicherheit gegenüber diesen Kräften wurde als „äußere Sicherheit“⁹⁹ umschrieben. Dagegen wurde eine allgemeine Standsicherheit, bei der keine starken äußerlich einwirkenden Kräfte zu berücksichtigen waren, als „Gebäude Sicherheit“¹⁰⁰ bezeichnet. Der erst für militärische Bauwerke gebrauchte Begriff der „Festigkeit“¹⁰¹ im Sinne von Standsicherheit wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. vermehrt auf profane Hochbauten übertragen. Allerdings bezog sich die statische Betrachtung vorrangig auf die Außenwände, die sogenannten „Umfassungsmauern“¹⁰², wenngleich die Innenwände, vor allem die Mittelwand, häufiger den Last tragenden Wänden zugeordnet wurde.¹⁰³ Obwohl an der Unterteilung der Innen- und Außenwände auch in der ersten Hälfte des 19. Jh. weiter festgehalten wurde, wurden verstärkt alle Last tragenden Wände allmählich zu den sogenannten „Hauptmauern“¹⁰⁴ zusammengefasst¹⁰⁵ (vgl. S. 216).

TRAPEZFÖRMIGER MAUERQUERSCHNITT

Angeregt durch antike und neuzeitliche Architekturtraktate¹⁰⁶ sowie die Übertragung von Stabilitätstheorien geometrischer Körper auf die Mauern, Pfeiler und Säulen¹⁰⁷ wurde der trapezförmige Mauerquerschnitt als „pyramidale[...]Form“¹⁰⁸ ab dem 16./ 17. Jh. als entscheidend für die Mauerstabilisierung beurteilt. Beschrieben als Pyramide bzw. „Egyptischer Eckkegel / Pyramides“¹⁰⁹ galt der trapezförmige Mauerquerschnitt als die standsicherste denkbare Körperform¹¹⁰ und hatte den Charakter einer allgemeinen Mauerregel.¹¹¹ Um die stabilisierende Wirkung des trapezförmigen Mauerquerschnitts zu erklären, wurde, wenn auch vereinzelt, der Salomonische Tempel als Begründung angeführt.¹¹² Entscheidender waren allerdings erklärende Beschreibungen, die beispielsweise von einwirkenden Horizontalkräften ausgingen, weshalb „sonderlich die freystehenden [Mauern] zu unterst dicker seyn, damit sie da, wo sie mehr zu leiden haben, und der Bruch sonst geschehen würde, desto kräftiger widerstehen“¹¹³ könnten. Klare und eindeutige Erklärungen gab es nicht.

Die Reduzierung der Mauerstärke mit zunehmender Höhe wurde als „Schmiege“¹¹⁴, „Mauerrecht“¹¹⁵, „Dossierung“¹¹⁶, „Abdachung“¹¹⁷, „Scarpe“¹¹⁸ oder „Talüd“¹¹⁹ umschrieben. Dabei ließ sich der Querschnitt entweder durch eine schräge „gerade Linie“¹²⁰, so wie sie in Abbildung 76, Figur 49, dargestellt ist, als sogenannte „Böschung“¹²¹ bzw. „Lehnung“¹²² ausführen oder in Absätzen, wie sie in Figur 50, zu sehen ist. Die Absätze wurden auch als „Ausladung“ oder „Anlage“¹²³ bezeichnet.

In der Betrachtung des trapezförmigen Mauerquerschnitts wurden Körpergrundfläche¹²⁴ und ein als Linie oder Achse angenommener Kräfteverlauf innerhalb des Mauerquerschnitts in Beziehung zu einander gesetzt. Die Standsicherheit galt als gefährdet, wenn der Kräfteverlauf nicht innerhalb der Mauergrundfläche verlief,¹²⁵ weshalb die Grundfläche stets größer als die übrigen Mauergrundrisse sein sollte.¹²⁶

Um die tatsächliche Grundflächenwirkung zu überprüfen, veranlasste der französische Ingenieur Patte in der Mitte des 18. Jh. eine Versuchsreihe mit gleich schweren Pfeilern. Deren unterschiedlich große, eben ausgebildete Grundflächen wurden auf einen Boden mit vergleichbarer Dichte gestellt.¹²⁷ Ergebnis der Untersuchung war, dass mit größer werdender Grundfläche auch der Erdwiderstand wuchs, woraus geschlussfolgert wurde, bei weichen Baugründen oder größeren Lasten sei die Grundfläche zu vergrößern.¹²⁸ Wurde dagegen die Grundfläche gering als Punkt ausgebildet, so konzentrierten sich die Kräfte in diesem Punkt, weshalb der Erdwiderstand dann am geringsten war.¹²⁹

Der trapezförmige Mauerquerschnitt und die Pyramide als angenommen standsicherste Körperform wurden bis in das 19. Jh. als so entscheidend angesehen (vgl. S. 216), dass sie nicht nur auf die Mauern, sondern auch auf das gesamte Bauwerk übertragen wurden.¹³⁰

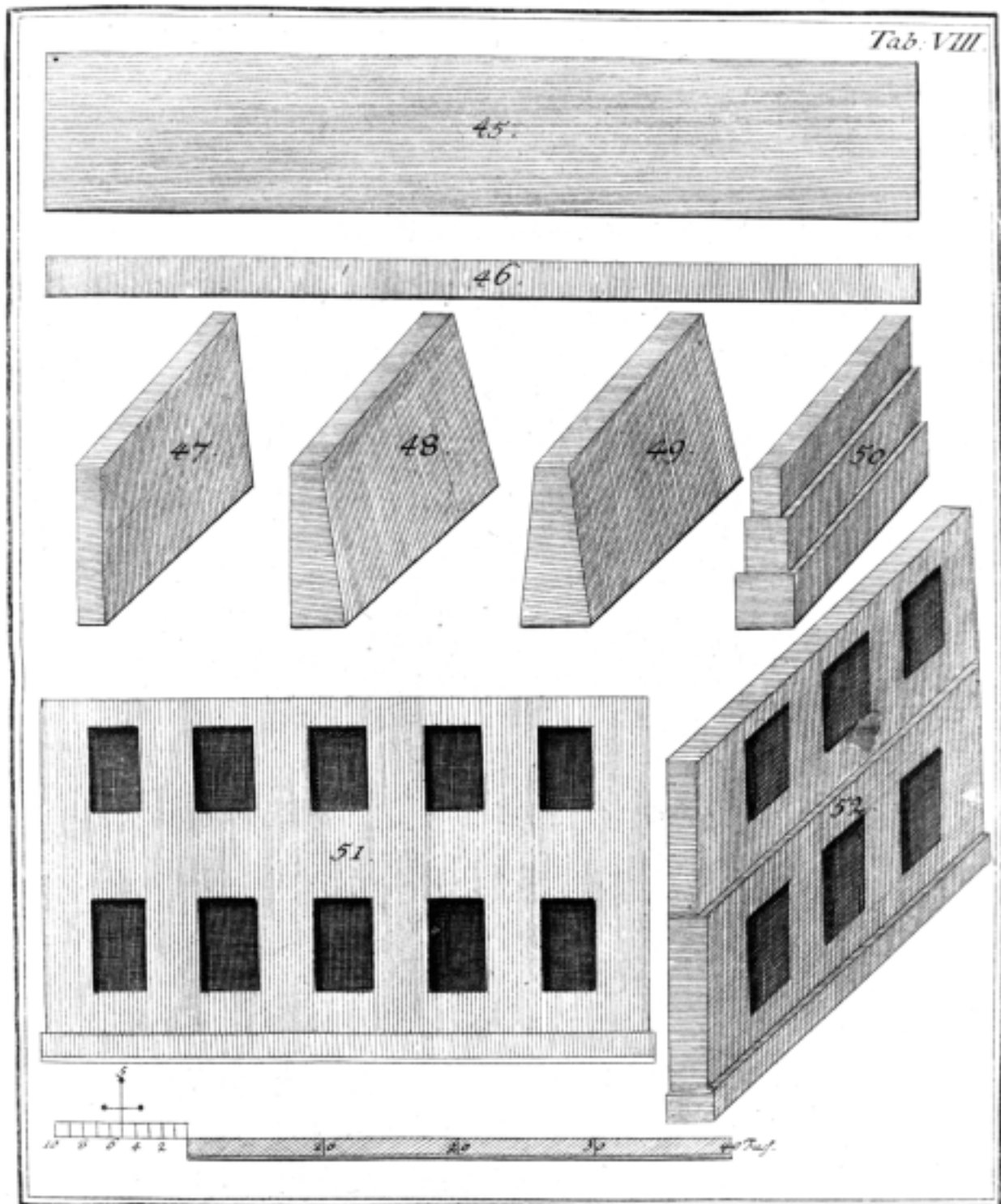


Abb.76 Huth 1787. Um die Mauer standsicher auszubilden wurde die obere Grundfläche kontinuierlich verkleinert und umgekehrt. Dieses konnte wie Figur 48 oder 49 durch Schrägen oder wie in Figur 49 oder 52 durch Mauerabsätze geschehen. Gleichzeitig wurde eine vertikale Lastableitung sichergestellt, indem die Fensteröffnungen übereinander angeordnet wurden.

4. MAUERN

Für die konstruktive Umsetzung bestand jedoch die Notwendigkeit, die stabilisierende Wirkung erfassen zu können, um dann die Mauerbreiten trapezförmiger Querschnitte festlegen zu können. Dazu wurden während der zweiten Hälfte des 18. und in der ersten Hälfte des 19. Jh. auf der Grundlage geometrischer Berechnungen eine Vielzahl an Theorien und Regelwerken aufgestellt, mit denen sowohl stabilisierende Eigenschaften erfasst werden sollten und sich der jeweils angenommene Körperschwerpunkt, der sogenannte „Ruhepunkt“¹³¹, bestimmen ließ.¹³² Zum Teil wurden auch Randbedingungen angegeben. Beispielsweise musste die Mauer senkrecht stehen, es durften keine starken Horizontalkräfte einwirken und der Öffnungsanteil nicht zu groß sein.¹³³ Basierend auf solchen Körperberechnungen entwickelte der preußische Baubeamte J. A. Eytelwein Regeln zur Quantifizierung der Mauerstabilität. Im Vergleich zu einer Mauer mit gleichbleibendem Querschnitt sah er bei einer Mauerkrone mit einem Viertel der Breite in Bezug zur unteren Mauerbreite die Verdoppelung der Mauerstabilität als erwiesen.¹³⁴

Da innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraums keine Aussagen über die stabilisierende Wirkung trapezförmiger Mauerquerschnitte existierten, dienten während des 17., 18. und 19. Jh. Proportionsregeln von Höhe zu Breite bzw. Grundfläche¹³⁵ als Anhaltspunkte um Mauerquerschnitte bestimmen zu können. Theoretische Verhältnisangaben waren zum Beispiel $1/5$ ¹³⁶, $1/6$ ¹³⁷ oder $1/8$ ¹³⁸, wobei Krafteinwirkungen und verwendete Materialien unberücksichtigt blieben.¹³⁹ Ende des 18. Jh. wurde an Faustregeln zwar weiter festgehalten, sie wurden jedoch nun auf Materialien oder statische Anforderungen abgestimmt und behielten bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. ihre Gültigkeit. Beispielsweise führte der preußische Provinzialschullehrer Friedrich Meinert um 1800 standsichere, aus „gute Steinen“¹⁴⁰ errichtete Mauern mit aufeinander abgestimmten Breiten- und Höhenangaben an.¹⁴¹

In der ersten Hälfte des 19. Jh. allgemein anerkannt waren¹⁴² die von dem Franzosen Jean Rondelet eingeführten drei unterschiedlichen Stabilitätsstandards für Mauern. Aus der Proportion von Breite zu Höhe legte er mit dem Verhältnis von $1/8$ eine große Stabilität fest, für das Verhältnis $1/10$ eine mittlere Stabilität und mit dem Verhältnis von $1/12$ eine geringe Stabilität.¹⁴³ Der Mauerquerschnitt mit dem Verhältnis von $1/8$ wurde unabhängig von der Mauerlänge während der ersten Hälfte des 19. Jh. für freistehende Mauern nahegelegt.¹⁴⁴ Die Stabilitätszuordnung wurde in der Mitte des 19. Jh. zusätzlich auf unterschiedliche Baumaterialien übertragen, so dass Mauerquerschnitte, unberücksichtigt der tatsächlichen Krafteinwirkung, als standsicher beurteilt wurden, wenn der Querschnitt mit Breite zu Höhe bei Werksteinen (Schnittsteinen) $1/6$, bei Ziegeln und lagerhaften Bruchsteinen $1/8$, gewöhnlichem Schiefer $1/9$ bis $1/10$ und gestampften Erden $1/10$ bis $1/11$ entsprach.¹⁴⁵

Ausgehend von einer mittig einwirkenden Vertikalkraft ergab eine gleichmäßige, beidseitig erfolgende Querschnittsreduzierung den standsichersten Mauerquerschnitt,¹⁴⁶ der jedoch von

den „Teutsche[n] Mäurer[n]“¹⁴⁷ abgelehnt wurde. Die schräg geböschten Mauern erwiesen sich gegenüber Witterungseinflüssen als schadensanfällig,¹⁴⁸ während die „stufenweise“¹⁴⁹ angelegten Mauerabsätze zusätzliche Horizontalgesimse als Wetterverkleidung erforderten¹⁵⁰ und als gestalterisch unbefriedigend galten.¹⁵¹ Nur in Verbindung mit stark belasteten Gebäudeteilen¹⁵² oder freistehenden Mauern¹⁵³ war während des 18. Jh. eine beidseitige Querschnittsreduzierung als Ausnahme akzeptiert.

Gestalterisch fand während des 18. Jh. die äußere geböschte Sockelmauer besondere Beachtung, die dem Bauwerk den Eindruck eines „besonders festen Fußes“¹⁵⁴ verleihen sollte. Das komplette Sockelgeschoss der Berliner Humboldt Universität, das ehemalige Prinz Heinrich-Palais (1748-53), Unter den Linden 6, ist gebösch.

Anstelle der beidseitigen Querschnittsreduzierung wurde das „Einziehen der Mauern“¹⁵⁵ in der Regel innen in Höhe der Geschossdecken vorgenommen¹⁵⁶ (Abb. 77). Außen wurde die Mauer über dem Sockel bis zum Gesims in der Regel in einer senkrechten Linie hochgeführt.¹⁵⁷ Die Einhaltung der stabilisierenden Querschnittsreduzierung wurde gerne berücksichtigt, da gleichzeitig auch Materialkosten eingespart werden konnten.¹⁵⁸ Die Bemessung des Mauerrücksprungs wurde geschossweise vorgenommen und wurde im 17., 18. und 19. Jh. durch Faustregeln bestimmt, die in der Regel gleich die Mauerstärke festlegten (vgl. S. 176). Zum Teil wurde der Rücksprung von der jeweiligen Steingröße abhängig gemacht.¹⁵⁹ Die angegebenen Mauerrücksprünge waren mit drei¹⁶⁰ (ca. 7,8 cm) und sechs bis zehn Zoll¹⁶¹ (ca. 15,6 bis 26,4 cm) sehr uneinheitlich. Ein Rücksprung von vier Zoll (ca. 10,4 cm) galt Ende des 17. Jh. beispielsweise als sehr groß und war nur bei hohen Etagen und benachbarten Gewölben einzuhalten.¹⁶²

Da Gebäude häufiger aus Ziegelmauerwerken errichtet wurden, erfolgte die Angabe der Mauerrücksprünge, wenn auch nicht durchgängig, in Steinlängen.¹⁶³ Angaben in Zoll basierten zunehmend auf Ziegelabmessungen,¹⁶⁴ wodurch sich das Abschlagen der Ziegel vermeiden ließ und gleichzeitig ein geordneter Mauerverband sichergestellt werden konnte.¹⁶⁵ Ende des 18. Jh. setzte sich ein Rücksprung von einer halben Steinlänge als gebräuchlich durch,¹⁶⁶ wobei städtische Gebäude wegen des eingeschränkten Platzangebots bis in das 19. Jh. eine Ausnahme darstellten. Die Mauerquerschnitte blieben über zwei oder mehrere Stockwerke gleich¹⁶⁷ (Abb. 78).

MAUERGEFÜGE

Feste und standsichere Mauergefüge waren insbesondere für die stärker beanspruchten militärischen und technischen Bauwerke unverzichtbar. Dauerhafte, feste Materialien waren eine Voraussetzung, wobei die Erfahrung zeigte, dass der Einsatz von Werksteinen kein Garant für die Stabilität des Gefüges war. In Abhängigkeit der an das Gefüge gestellten Anforderungen wurden zunehmend Baumaterialien mit den jeweils geeignetsten Eigenschaften

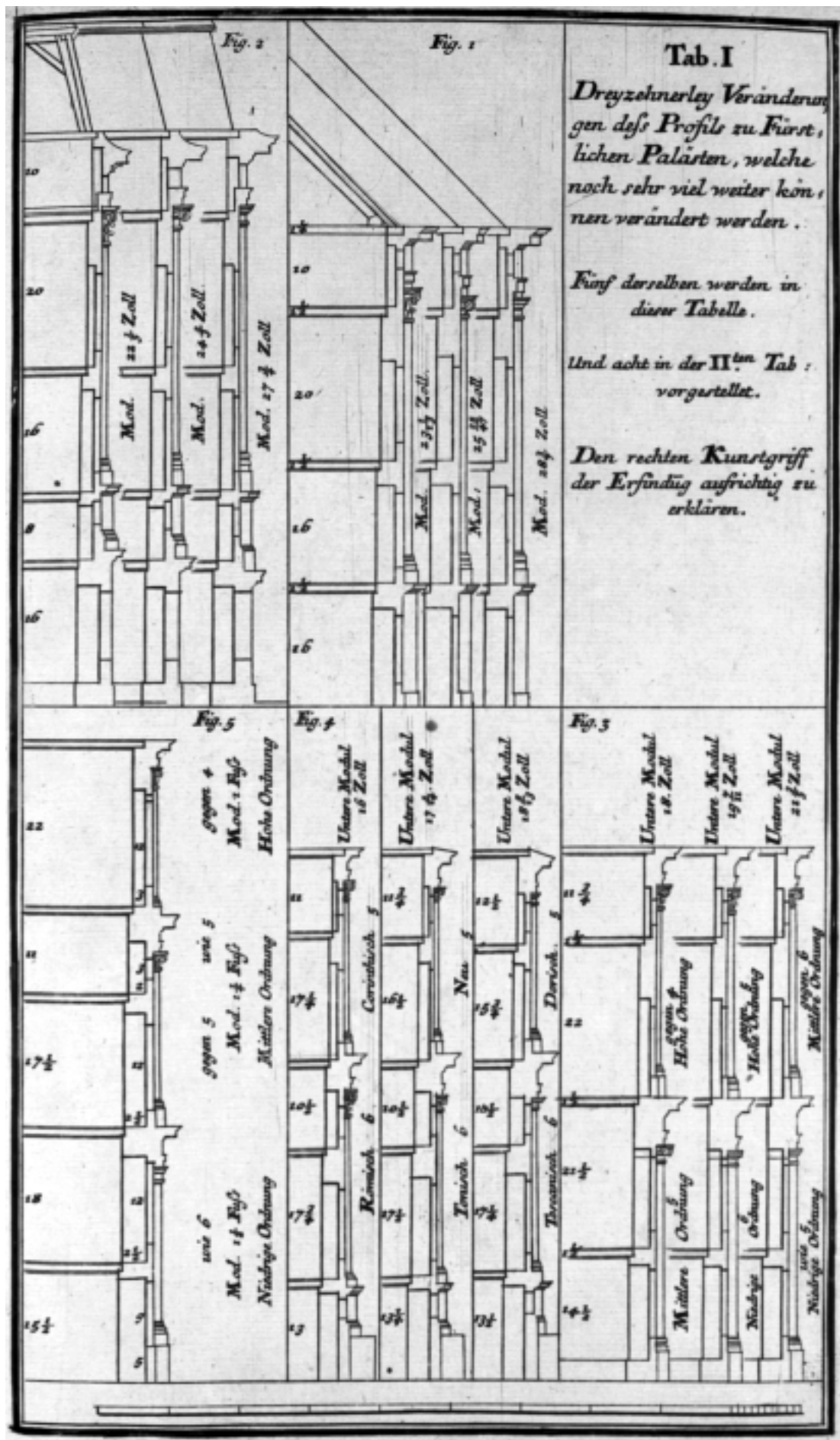


Abb.77 Sturm 1718. Tab. 1. Anstelle der beidseitigen Querschnittsreduzierung wurde das „Einziehen der Mauern“ in Höhe der Geschossdecken an der Wandinnenseite vorgenommen. Die stabilisierende Querschnittsreduzierung wurde gerne berücksichtigt, da mit ihr gleichzeitig Materialkosten eingespart werden konnten.

[illegible]

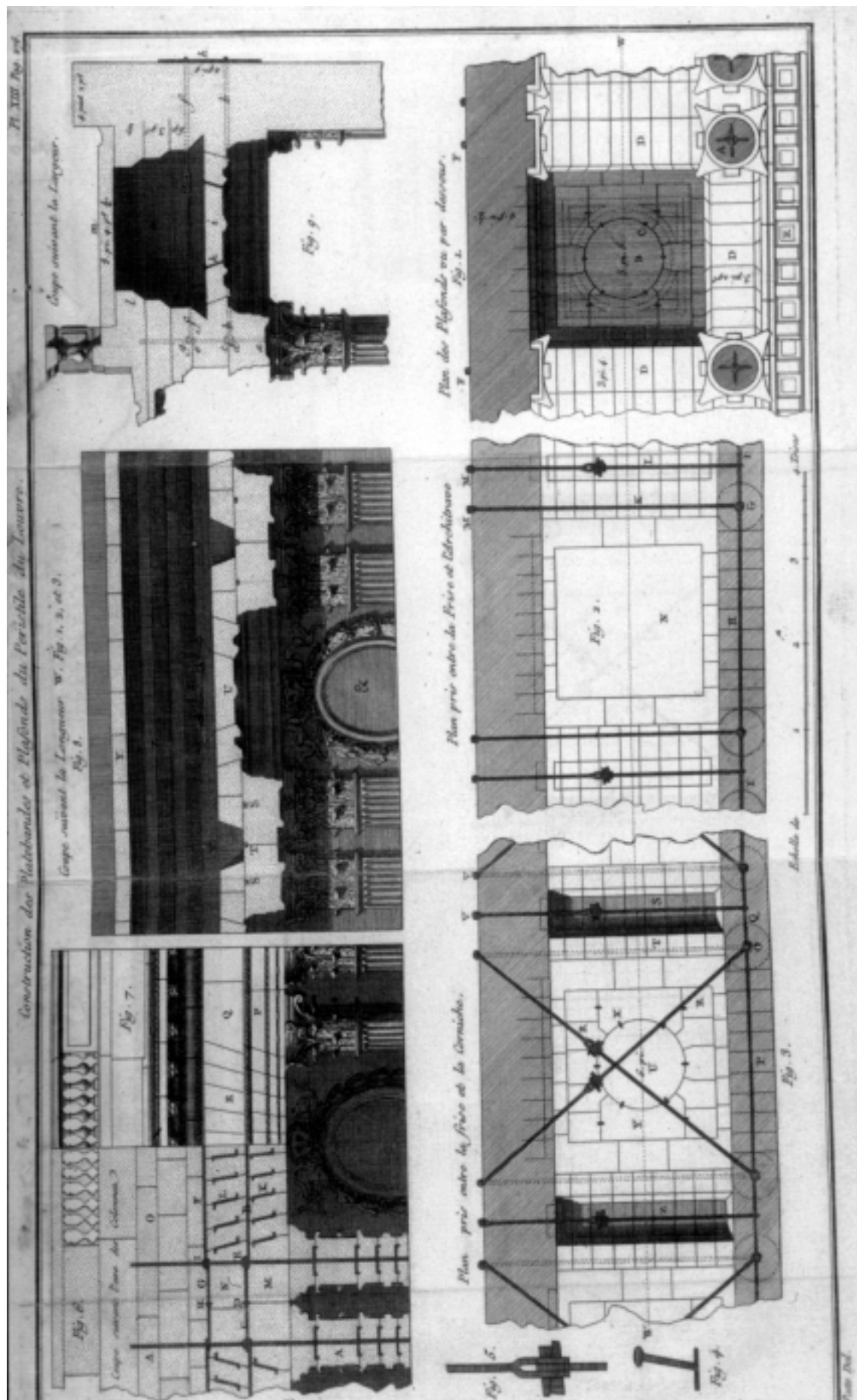


Abb. 79 Patte M.DCC.LXIX. (1769). Platte, XV. Pag. 292. Große Beachtung fanden zusammengesteckte Stabeisenanker, die zur Befestigung der Werksteinquader für die Außenkolonaden des Pariser Louvre entwickelt worden waren.

4. MAUERN

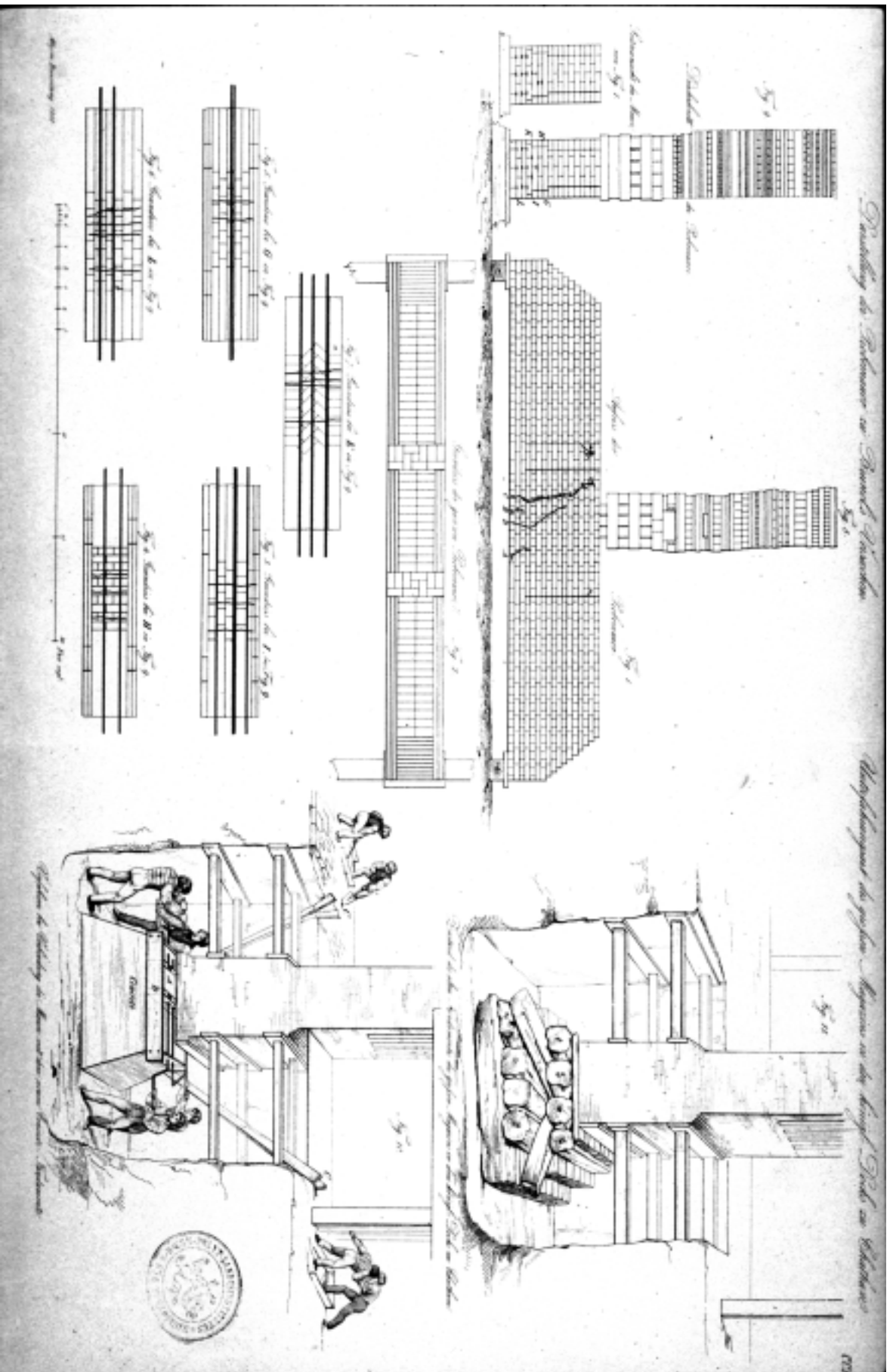


Abb. 80 Romberg 1838, Tafel CCI. Um die festigende Wirkung bewehrter Mauerwerke exakter erfassen zu können, wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. Versuche mit bewehrten Mauerwerken durchgeführt.

eingesetzt. Standen diese nicht zur Verfügung, dann wurde versucht, die Stabilität durch größere Querschnitte zu gewährleisten.¹⁶⁸ Der gezielte materialbezogene Einsatz führte zu einem stetig wachsenden Interesse an den Baustoffeigenschaften, das im letzten Drittel des 18. Jh. bereits so stark entwickelt war, dass Ziegel- und Mörtelqualitäten nach Anforderungen festgelegt wurden.¹⁶⁹

Steinklammern, verzahnte Steinformate und Mauerverbände waren als festigende und verbindende Mittel durch antike und neuzeitliche Architekturtraktate sowie Bauuntersuchungen antiker Bauwerke bekannt.¹⁷⁰ Nahezu unbedeutend war dagegen der Mauermörtel als Verbindungsmittel für Werksteinquader,¹⁷¹ ganz im Gegensatz zu den Ziegelmauerwerken. Hochgeschätzt wurden während des 17. und 18. Jh. alle Metallverbindungen, wobei die bekanntesten die Eisenklammern waren, die zumeist mit Pech überzogen¹⁷² und in Blei,¹⁷³ aber auch in Gips- bzw. Kalkmörtel vergossen wurden. Als Mauerbewehrung zur Erdbebensicherung wurden in der ersten Hälfte des 18. Jh. in Blei vergossene Eisenstangen für Mauern und Gewölbe angeführt.¹⁷⁴ Große Beachtung fanden zusammengesteckte Stabeisenanker, die zur Befestigung der Werksteinquader für die Außenkolonaden des Pariser Louvre entwickelt worden waren¹⁷⁵ (Abb. 79).

Die Metallbewehrung stellte ab der Mitte des 18. Jh. neben dem Mauerverband eine weitere Möglichkeit dar, Mauerwerke zu stabilisieren,¹⁷⁶ wenngleich sich die Anwendung wegen der hohen Materialkosten vorrangig auf die Bewehrung der Gesimse beschränkte (vgl. S. 232).

Eisen wurde vor allem dann als Bewehrung für Mauern in Erwägung gezogen, wenn Erschütterungen durch Maschinen oder Fuhrwerke zu erwarten waren. Ebenfalls boten Bewehrungseisen die Möglichkeit, freistehende, nicht weiter ausgesteifte Gebäudeecken zu sichern.¹⁷⁷ Ein Beispiel dafür sind die Ringanker im Gebäudesockel und im Abschlussgesims der gotischen Bibliothek im Neuen Garten in Potsdam.¹⁷⁸ Gesunkene Materialkosten und eine größere Verfügbarkeit des Eisens erlaubten erst in ersten Hälfte des 19. Jh. Kompositbauteile, wie bewehrte Mauerstürze, in größerem Umfang auszubilden¹⁷⁹ (vgl. S. 218). Eisenanker wurden sowohl mit Werkstein als auch mit Ziegeln kombiniert. Die Eisen wurden beispielsweise als Gewindestangen, sogenannte „Schraubungen“¹⁸⁰, in Verbindung mit gebohrten Ziegeln, wie für den Weiterbau der Kirche in Neubrandenburg in Mecklenburg-Vorpommern verwendet. Um die festigende Wirkung bewehrter Mauerwerke exakter erfassen zu können, wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. Versuche mit bewehrten Mauerwerken durchgeführt wie in Abbildung 80 dargestellt.

Als weitere stabile Steinverbindung waren, vor allem durch antike Bauwerke, Hackensteine bekannt.¹⁸¹ Zu solchen antiken Beispielen zählten die Mauerstürze der Maueröffnungen im Untergeschoss des Grabmahls Theoderichs in Ravenna (vor 526). Durch die sehr aufwendige

Herstellung mit recht- oder schiefwinkligen Fugen, als Versatz-, Stufen- oder Hakenfugen, beschränkte sich die Ausführung in der Regel auf Werksteine.¹⁸² Bedingt durch den enormen Aufwand beschränkten sich solche versetzten Fugen meist auf Bauwerke mit besonderen Anforderungen wie Schleusen oder Kaimauern (Abb. 29, Fig. 5 u. Abb. 53, Fig. 83, 84 u. 88). Der englische Wissenschaftler Smeaton nutzte beispielsweise Hakensteine für den von ihm entwickelten Leuchtturm von Edyston, der während des 18. Jh. in ganz Europa Beachtung fand.¹⁸³ In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden Hakensteine zum Teil auch gestalterisch für Treppenwölbungen und scheitrechte Stürze eingesetzt.¹⁸⁴

Verzahnte Steinformate wurden als dauerhafte Steinverbindung auch mit verbindenden Eisenstiften oder Eisenklammern kombiniert.¹⁸⁵ Größere Beachtung fanden verzahnte Steinformate während des 19. Jh. verstärkt in Verbindung mit Hohlsteinen und Hohlziegeln.

Der größte Stellenwert innerhalb der Gefügefestigkeit kam während des 17., 18. und frühen 19. Jh. allerdings dem geordneten Mauerwerksverband zu, mit dem die Herstellung sicherer, dauerhafter und belastbarer Mauern¹⁸⁶ gelang und mit denen nicht nur militärische,¹⁸⁷ sondern auch profane Hochbauten hergestellt wurden. Der Niederländer C. Redelykheid beschrieb Herstellung und Wirkung des Mauerwerksverbands in der Mitte des 18. Jh. folgendermaßen:

„Durch den Verband bey der Maurerarbeit, versteht man die Ordnung, in welcher man die Theile zusammenstellt, dergestalt, dass der eine Theil mit und durch den andern festgehalten und vereinigt wird“¹⁸⁸.

Der stilistisch als stabil hervorgehobene Läuferverband erwies sich wegen fehlender Binder als extrem instabiles Mauerwerk. Unter Witterungseinflüssen wuschen die Fugen schnell aus und führten zu einem frühzeitigen Zerfall.¹⁸⁹ Der ebenfalls durch antike und neuzeitliche Architekturtraktate sowie durch örtlich vorhandene mittelalterliche Bauwerke als „griechisches Mauerwerk“¹⁹⁰ bekannte gotische Verband wurde genau wie der Läuferverband durch die Einführung alternierender Binderschichten zu stabilen, neuen Verbandsmauerwerken weiterentwickelt.¹⁹¹ Die Erfindung der Binderschichten wurde vorrangig den Holländern während des 16. / 17. Jh. zugeschrieben.¹⁹²

Für die neuen, stabilen Verbandsmauerwerke erwiesen sich gleichförmige Steinformate für eine geordnete Anlage als unumgänglich. Die leichter und preiswerter verfügbaren Ziegel verdrängten den Werkstein, der bis dahin äußerlich sichtbares Symbol einer als stabil beurteilten Mauer war. Quaderförmige Ziegelsteine wurden während des 18. Jh. für stabile Mauerwerksverbände maßgeblich.¹⁹³ Gerade der flach liegende Stein erwies sich für die Verbandsfestigkeit gegenüber anderen Steinanordnungen als vorteilhafter,¹⁹⁴ obwohl während der zweiten Hälfte des 18. Jh. auch andere Steinanordnungen gleichberechtigt angeführt wurden. Wesentlicher Bestandteil des Mauerverbandes war die Einhaltung horizontaler,

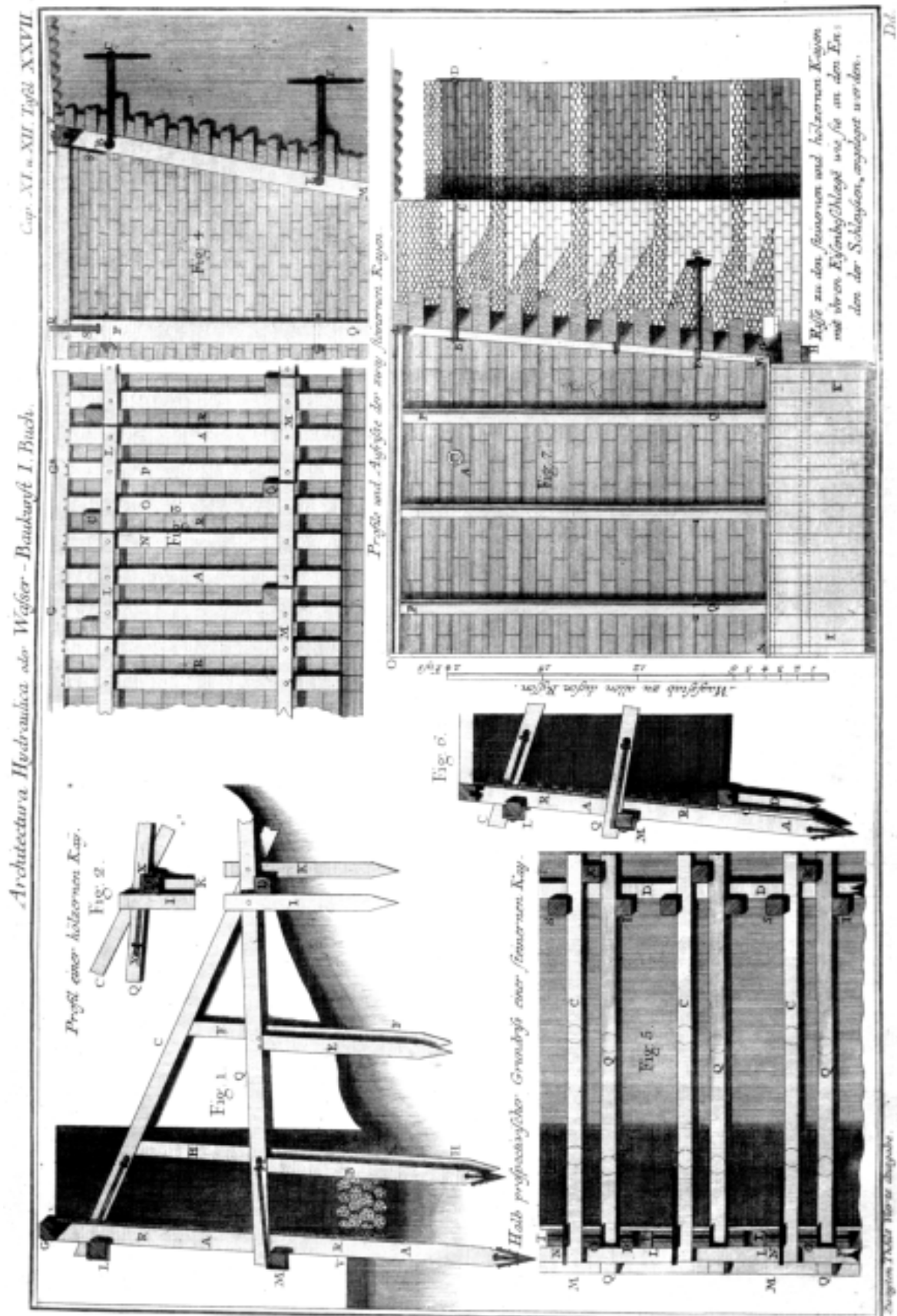


Abb.81 Belidor 1766. Tafel XXVII. Stützauern militärischer und technischer Bauwerke wurden seit dem 17. Jh. mit Ankern im Erdreich befestigt.

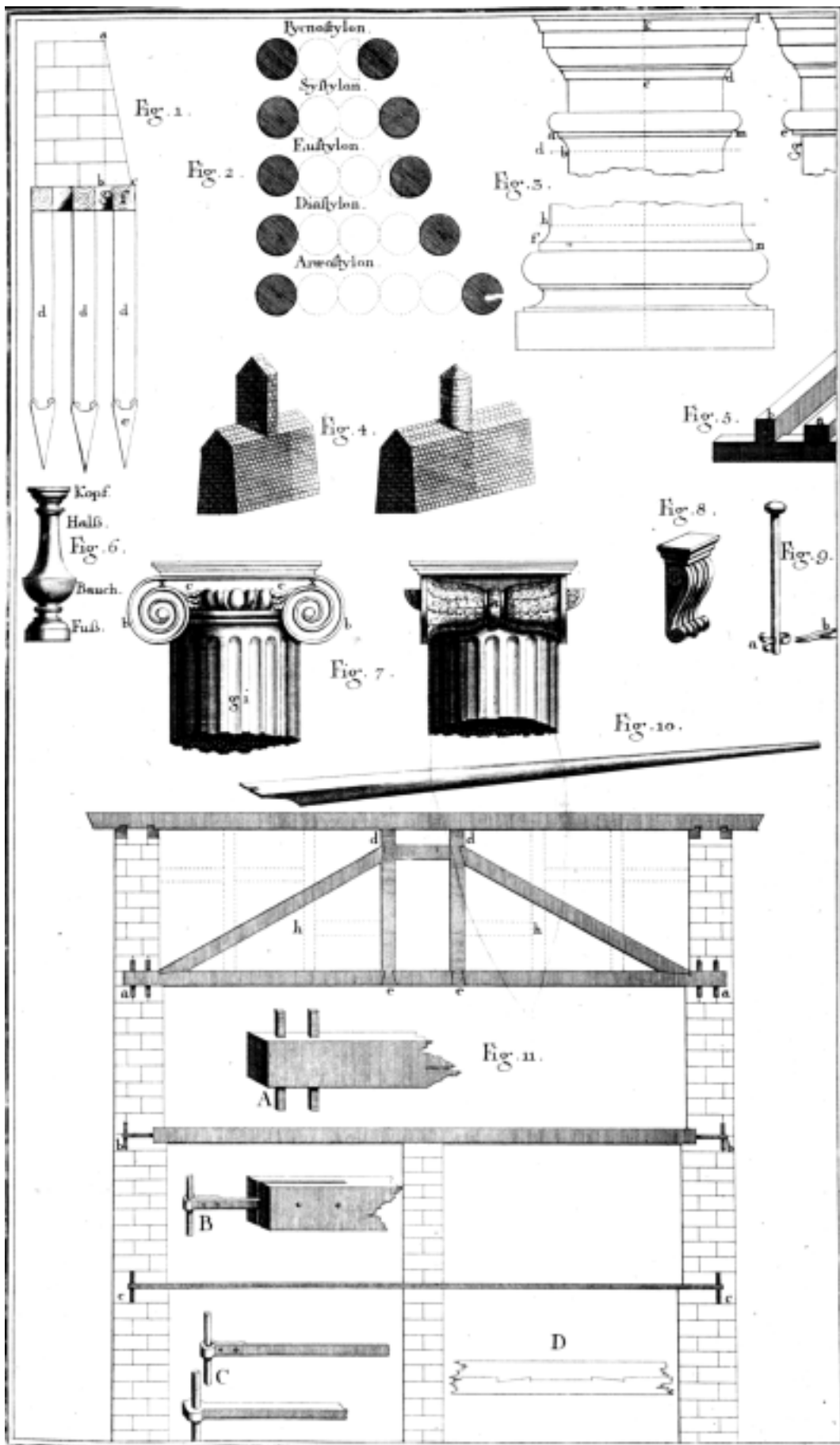


Abb.82 Penther 1762. zweite Aufl. Tafel. XX. Die Deckenbalken wurden ebenfalls den Ankern zugerechnet, um dadurch beispielsweise mehrgeschossige Gebäude auszusteifen. An den Balkenenden wurden Eisenplatten durch Nägel oder sogenannte „Krammen“ (Krammen) befestigt, die in einen Ring, bzw. eine „Schlauder“ oder „Öhse“ übergingen und innerhalb der äußeren Mauerflucht leicht vertieft eingemauert wurden.

gleichförmig ausgerichteter Steinschichten und Fugen.¹⁹⁵ Dabei wurde die Fuge innerhalb des Gefüges als der schwächste Mauerteil angesehen.¹⁹⁶

Bis in das 19. Jh. war die gleichmäßige Mauerherstellung mit häufig ungleichen, gekrümmten Ziegelformaten, wie im Beispiel der Frontmauer des Typenhauses (1736/37) in der Gutenbergstraße 95 in Potsdam, weitgehend unmöglich (Abb. 37). Erst die Produktion gleichförmiger Ziegel im 19. Jh., ermöglichte die Herstellung dünner, gleichmäßiger Fugen.¹⁹⁷ Die Beurteilung einer äußerlich sichtbaren Fuge, die auch als „Fugen- oder Mörtelband“¹⁹⁸ beschrieben wurde, existierte bis in das 19. Jh. Die Definition der „Fuge“¹⁹⁹ als ein mit Mörtel vollständig ausgefüllter Zwischenraum zwischen sämtlichen Ziegeln fand erst Ende des 18. Jh. unter dem Gesichtspunkt der Mauerstabilität Beachtung. Eine gezielte Differenzierung nach Lager- und Stoßfugen bestand jedoch bis in das 19. Jh. nicht.²⁰⁰ Die Anordnung der Lagerfuge, quer zum Verlauf der Kraftlinie, wurde erst in der Mitte des 19. Jh. konkretisiert.²⁰¹

Unter dem Gesichtspunkt, die Mauerstabilität zu verbessern, wurden ab dem Ende des 18. Jh. große, kleine, dünne, längliche oder würfelförmige Ziegelformate angeführt.²⁰²

Die Einhaltung und die stetige Verbesserung stabiler Mauerwerksverbände war ab dem letzten Drittel des 18. Jh. und in der ersten Hälfte des 19. Jh. eines der wichtigsten bautechnischen Themen.²⁰³ Dabei wurde die Bedeutung des Mauerverbands sowohl übertrieben als auch einfach ignoriert.²⁰⁴

AUSSTEIFUNGEN

Abgesehen von dem trapezförmigen Mauerquerschnitt, der Mauerstärke und dem Verband als wesentlichen Kriterien für Standsicherheit²⁰⁵ wurden aussteifenden Faktoren der Mauern wie Pfeiler, Ecken, Anker, anstoßende Wände und der Mauerverlauf ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. für die Beurteilung der Mauerstabilität eine immer größere Bedeutung beigemessen. Auch wenn die wandaussteifenden Faktoren stärker beachtet wurden, so war deren praktische Umsetzung in der Mitte des 19. Jh. noch nicht abgeschlossen.²⁰⁶

Mauerpfeilern und Strebebogen wurde während des 16., 17. und 18. Jh. eine diffuse wandaussteifende Wirkung zuerkannt, wobei sie meist jedoch zur Abtragung von einwirkenden Kräften angeführt wurden.

Als besonders gefährdet galten die Gebäudeecken, die bis in die Mitte des 18. Jh. daher zusätzlich durch stützende Streben und Gründungen zu stabilisieren waren.²⁰⁷ Erst in der zweiten Hälfte des 18. Jh. wandelte sich die Beurteilung der Gebäudeecke als gefährdetem Bauteil hin zu einem für die Gebädestabilität aussteifenden und damit stabilisierenden Element.²⁰⁸ Eine klare begriffliche Umschreibung der aussteifenden Wirkung bestand nicht. Sie wurde als eine Kraft umschrieben, die „viel zur Erhaltung der Mauern bei[trug]“²⁰⁹. Als Aussteifung wurden neben den Gebäudeecken auch alle angrenzenden Wände und Mauern, auch die „inneren Abtheilungsmauern“²¹⁰ mit herangezogen.²¹¹ Dabei war es wichtig, dass die Verbindung der angrenzenden Wände durch Verzahnungen, Metallanker oder Mörtelverpressungen sichergestellt war.²¹² Erst ab dem Ende des 18. Jh. genügte es, Holzständerwände auch stumpf und ohne weitere Verankerungen an die Wand anzuschließen.²¹³ Vorteilhaft war es, wenn die Wände möglichst rechtwinklig gegeneinander anstießen, da nur so eine weitreichende Aussteifung sichergestellt schien.²¹⁴ In der ersten Hälfte des 19. Jh. war die stabilisierende Wirkung angrenzender Wände weitgehend akzeptiert und die Wirkung fand Beachtung für das gesamte Gebäude. Die Gebädestabilität wurde durch viele angrenzende Wände und kleine Räume wesentlich höher eingestuft.²¹⁵

Einhergehend der wichtiger werdenden Aussteifung durch angrenzende Wände fand nun auch die Mauerlänge größere Berücksichtigung für die Standsicherheit. Die Mauerlänge wurde genau wie die Gewölbeweite als „Spannung“²¹⁶ beschrieben. Bis in das letzte Drittel des 18. Jh. wurde die Mauerlänge für die Standsicherheit nicht oder nur untergeordnet mit herangezogen. Die wachsende Berücksichtigung der Mauerlänge für die Standsicherheit fand ihren Ausdruck in den Bemessungsregeln der Mauerstärke, bei der die Mauerlänge oder Gebäudetiefe zusammen mit der Mauerhöhe in Bezug gesetzt wurden²¹⁷ (vgl. S. 176 ff.). Um die Wirkung der Mauerlänge auf die Standsicherheit exakter bestimmen zu können, wurden mathematische Versuchsrechnungen angestellt.²¹⁸ Eng verbunden mit der Mauerlänge war deren Verlauf, der bis in das 19. Jh. „möglichst in der Flucht“²¹⁹ erfolgen sollte, damit die

Mauer standsicher und ökonomisch hergestellt wurde.²²⁰ Von dieser Ansicht wurde Ende des 18. Jh. zunehmend abgerückt und die stabilisierende Wirkung runder Mauern verstärkt hervorgehoben. Die Wirkung wurde mit dem Vergleich eines Stücks Papier erklärt, welches nur gebogen, nicht jedoch gerade stehen konnte.²²¹ Zur Wandaussteifung waren in der ersten Hälfte des 19. Jh. sowohl gebogene Linien, Ecken, als auch Vorsprünge oder Vielecke als mögliche Maßnahmen bekannt.²²² Diese Erkenntnis wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. in eine Faustregel zur Bestimmung der Mauerstärke für kreisförmige Mauern umgesetzt. Dazu wurde ein angenommener Kreis in ein zwölftteiliges Polygonal aufgeteilt. Die Mauerstärke bestimmte sich nach der folgenden Formel:

$$\frac{\text{Länge} + 1/2 \text{ Höhe}}{24}$$

Sofern aussteifende Querwände vorhanden waren, wurde der Abstand zwischen den Querwänden als Länge in der Berechnung berücksichtigt.²²³

Wesentlich bestimmt durch die aussteifende Wirkung war die Verbindung zwischen alten und neuen Mauern, wozu in die alte Mauer in der Regel Löcher eingeschlagen werden sollten, um damit die neue Mauer zu verzahnen.²²⁴ Bedingt durch das Setzen der neuen Mauer traten größere Risse auf, weshalb in der zweiten Hälfte des 18. Jh. nahegelegt wurde, neue Mauern nur stumpf an alte anzustoßen²²⁵ oder erst nach dem Setzen eine zusätzliche Verbindung herzustellen.²²⁶ Sofern Mauerabschnitte nur nacheinander errichtet werden konnten, wurde Anfang des 19. Jh. eine abgestufte Herstellung vorgeschlagen, so dass die Mauern später miteinander verzahnt weiter hochgeführt werden konnten.²²⁷ Die Verzahnung war für gleichzeitig errichtete Mauern in Praxis und Theorie weitgehend akzeptiert.²²⁸

ANKER

Hölzerne oder metallene Anker waren genau wie Pfeiler und Strebebogen anerkannte, stabilisierende Hilfsmittel für Mauern, Gewölbe, Decken oder überhängende Bauteile²²⁹ (vgl. S. 267 ff.). Anker wurden für freistehende, hohe Mauern oder Gebäude²³⁰ oder zur Unterstützung großer Lasten oder Gewichte, wie in Magazinen oder gewölbten Räumen, aber auch zur Querschnittsreduzierung eingesetzt.²³¹ Wenn auch seltener, so wurden Stützmauern militärischer und technischer Bauwerke seit dem 17. Jh. mit Ankern im Erdreich befestigt²³² (Abb. 81).

Bis heute wird die Bezeichnung Anker sowohl für aussteifende Verbindungsmittel zwischen Mauern und Wänden verwendet als auch für hölzerne und eiserne Bewehrungen in Mauern.²³³

Hölzerne Anker, die auch als „Bänder“²³⁴ bezeichnet wurden, waren bis in das 19. Jh. sehr gebräuchlich. Sie wurden meist in Kombination mit sogenannten „Schließen“²³⁵, Metallhal-

terungen an den Balkenenden eingesetzt. Dabei wurden die Deckenbalken ebenfalls den Ankern zugerechnet, um dadurch beispielsweise mehrgeschossige Gebäude auszusteifen²³⁶ (Abb. 82). An den Balkenenden wurden Eisenplatten durch Nägel oder sogenannte „Krammen“²³⁷ (Krampen) befestigt, die in einen Ring, bzw. eine „Schlauder“²³⁸ oder „Öhse“²³⁹ übergingen und innerhalb der äußeren Mauerflucht leicht vertieft eingemauert wurden.²⁴⁰ Die seitliche Befestigung der Metallhalterung an den Balken hatte insbesondere bei den Gesimsen den Vorteil, weder diese noch die Balkendecke zu schwächen.²⁴¹ Durch die „Schlauder“²⁴² wurde zuerst der Kopf und dann ein Bolzen oder Splint, nach Möglichkeit senkrecht durchgesteckt. Zum Schutz vor Feuchtigkeit und Kalkmörtel wurde nahegelegt, alle Eisenteile durch einen Teerüberzug zu schützen und von Kalk möglichst fernzuhalten.²⁴³

Speziell für die Deckenbalken wurden im letzten Drittel des 18. Jh. einfachere Stichanker entwickelt. Die Anker waren vorne im Bereich der Mauer umgebogen, und der hintere Teil war als ungeknickte Spitze geformt, die seitlich unterstützt durch Nägel in den Balken geschlagen werden konnte.²⁴⁴ Diese vereinfachten Anker wurden um 1800 als „gewöhnliche Stichanker“²⁴⁵ oder „Splintanker“²⁴⁶ bezeichnet.

Vollständig in Eisen ausgebildete Anker konnten wegen der hohen Herstellungskosten während des 18. Jh. nur in Ausnahmen oder bei besonderen Brandschutzvorgaben eingesetzt werden,²⁴⁷ obwohl Eisen gegenüber Holz als feuerfestes Material bevorzugt wurde.²⁴⁸ Verbunden mit dem sich allmählich verbesserten Eisenangebot in der zweiten Hälfte des 18. Jh. und der stärker beachteten Wirkung der Anker, kam den Ankern in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. eine neuartige Bedeutung für die Stabilität zu. Als Anker wurden nun Eisenketten, Stangeneisen oder Flacheisen eingesetzt,²⁴⁹ die in ihrer Funktion teilweise zusätzlich in sogenannte Zug- und Traganker unterschieden wurden. Dabei wurde nach horizontal und vertikal wirkenden Ankern unterteilt. Beispielsweise wurden den vertikal wirkenden Tragankern hölzerne Hängesäulen bzw. „Hängeeisen“ oder „Stützanker“²⁵⁰ zugeordnet.

Konstruktiv ließen sich feste Ankerköpfe, wie der einfache Stichanker und Ankerschlüssel unterscheiden, bei denen ein Splint durch den Ankerarm geschoben wurde.²⁵¹ Die wachsende Vielzahl der Anker wurde meist in Abhängigkeit der Ankerkopfausbildungen unterteilt.²⁵²

Bei durchschnittlichen Bauaufgaben, die auf den üblichen Grundrissanordnungen basierten, genügte es, Deckenbalken mit eisernen Ankerköpfen zu versehen. In der Regel waren die Deckenbalken parallel zu den Seiten- und Querwänden angeordnet, so dass jeweils nur diejenigen Deckenbalken zu einem Anker ausgebildet wurden, die auf einen Fensterpfeiler zuführten.²⁵³ Die gleichmäßige Verankerung aller Geschossdecken mit Splintankern setzte sich gegen Ende des 18. Jh. als allgemeingültig durch.²⁵⁴ Für eine darüber hinausgehende Verankerung aller Deckenbalken bestand keine Veranlassung, außer bei wesentlich größeren Geschosshöhen.²⁵⁵

Zusätzlich verankert wurden freistehende Giebel, hohe Mauerscheiben sowie tiefe Gebäude von mehr als achtzehn Fuß²⁵⁶ (ca. 565,2 cm), sofern keine weiteren Sicherungen durch Pfeiler vorhanden waren. Besonders bei starken Krafteinwirkungen,²⁵⁷ der Anbindung von Flügelbauten²⁵⁸ oder Sonderkonstruktionen wie Festhäusern mit Mauerabständen zwischen siebzehn bis zwanzig Fuß²⁵⁹ (ca. 533,8 bis 628,0 cm) wurden Anker eingesetzt. Besondere Beachtung fand die Verankerung trennender Treppenflurmauern mit Mauereckpfeilern.²⁶⁰ Das Setzen der Anker war Aufgabe der Maurer, denen häufig eine schlechte und unzureichende Verankerung vorgeworfen wurde.²⁶¹

4.1.2. KRÄFTE

Der Italiener Leon Battista Alberti beschrieb im 15. Jh. Kräfte, die als Lasten auf Mauern und Gewölbe wirkten, die „mit allen Kräften sich gegen das Aufheben“²⁶² sträubten und nur größeren „Gewichten, oder einer entgegengesetzten, mächtigeren Kraft“²⁶³ wichen. Dabei unterteilte er die Kräfte in ziehende und drückende Kraftbewegungen und stellte gleichzeitig einen Zusammenhang zwischen Kraftwirkung, Form, Lage, Grundfläche und Körperreibung her.²⁶⁴ Das während des 16. und 17. Jh. wachsende Interesse an Kräften, deren Entstehung, Wirkung und vor allem deren Lenkung blieb nicht folgenlos für das Bauen.²⁶⁵ Während des 17. und 18. Jh. wurden statische und konstruktive Aspekte, die als allgemeine, mechanische Gesetze umschrieben wurden, sowohl bei der Gebäudekonzeption als auch bei der konstruktiven Ausbildung zunehmend berücksichtigt.²⁶⁶

Die Kräfte wurden nach ihrer Richtung in stärker vertikal oder horizontal wirkende Kräfte unterschieden.²⁶⁷ Wegen der starken zerstörerischen Wirkung war der „Seitendruck“²⁶⁸, eine stark horizontal ausgerichtete resultierende Kraft, besonders gefürchtet, und es wurde daher mit verstärktem Interesse versucht, den schadensträchtigen Seitenschub zu reduzieren. Als wesentliche Ursachen für den Seitenschub wurden einerseits der Gewölbeschub (vgl. S. 292) und andererseits das drückende Erdreich bei Stützmauern ausgemacht (vgl. S. 260). Eine Folge dieser Erkenntnis war, dass Gewölbe als wesentliche Ursache für Seitendruck in den Gebäuden bis auf Ausnahmen nur noch in Kellern oder notfalls in den Erdgeschossen angelegt wurden. Ebenso wurden zu Beginn des 18. Jh. Konstruktionen vorgezogen, von denen angenommen wurde, dass sie keinen oder nur geringen Seitendruck ausübten. Beispielsweise wurden „gebrochene Dächer“²⁶⁹, heutige Mansarddächer, aus diesem Grund empfohlen.

Die Untersuchungen und das Wissen über die Kräfte sowie deren Ursachen und Wirkungen wurden während des 17., 18. und 19. Jh. immer differenzierter. So wurde zum einen nach äußerlich einwirkenden Kräften, wie Kanonenbeschuss oder Wind²⁷⁰ und zum anderen nach Kräften innerhalb des Gebäudes unterschieden, die aus Lasteinwirkungen angrenzender Bauteile, beispielsweise Dachwerk,²⁷¹ Decken²⁷² oder Gewölben²⁷³ entstanden. Eine weitergehende Differenzierung erfolgte Ende des 18. Jh., Anfang des 19. Jh. mit nutzungsbedingten Kräften. Zu ihnen gehörten beispielsweise Kräfte aus Lastgütern wie sie in Speichern auftraten²⁷⁴ oder Kräfte, die durch Erschütterungen, die die Nutzer großer Festsäle verursachten.²⁷⁵

Neben diesen äußerlich wirkenden Kräften wurden Kräfte beobachtet, die aus der Mauer selbst heraus entstanden und ursächlich auf Eigengewicht, Mauerquerschnitt und Gefüge als wesentliche Elemente zurückgeführt wurden.²⁷⁶ Genauere Beobachtungen ergaben, dass die oberen Mauerteile schneller umstürzten als die unteren.²⁷⁷ Dieses Phänomen wurde durch „die Gewalt des Windes“ erklärt, der „theils mit der Größe der Mauer, theils mit dem Abstand jedes ihres Theiles von dem Boden als dem Ruhepunkte oder Hypomocleum zu-

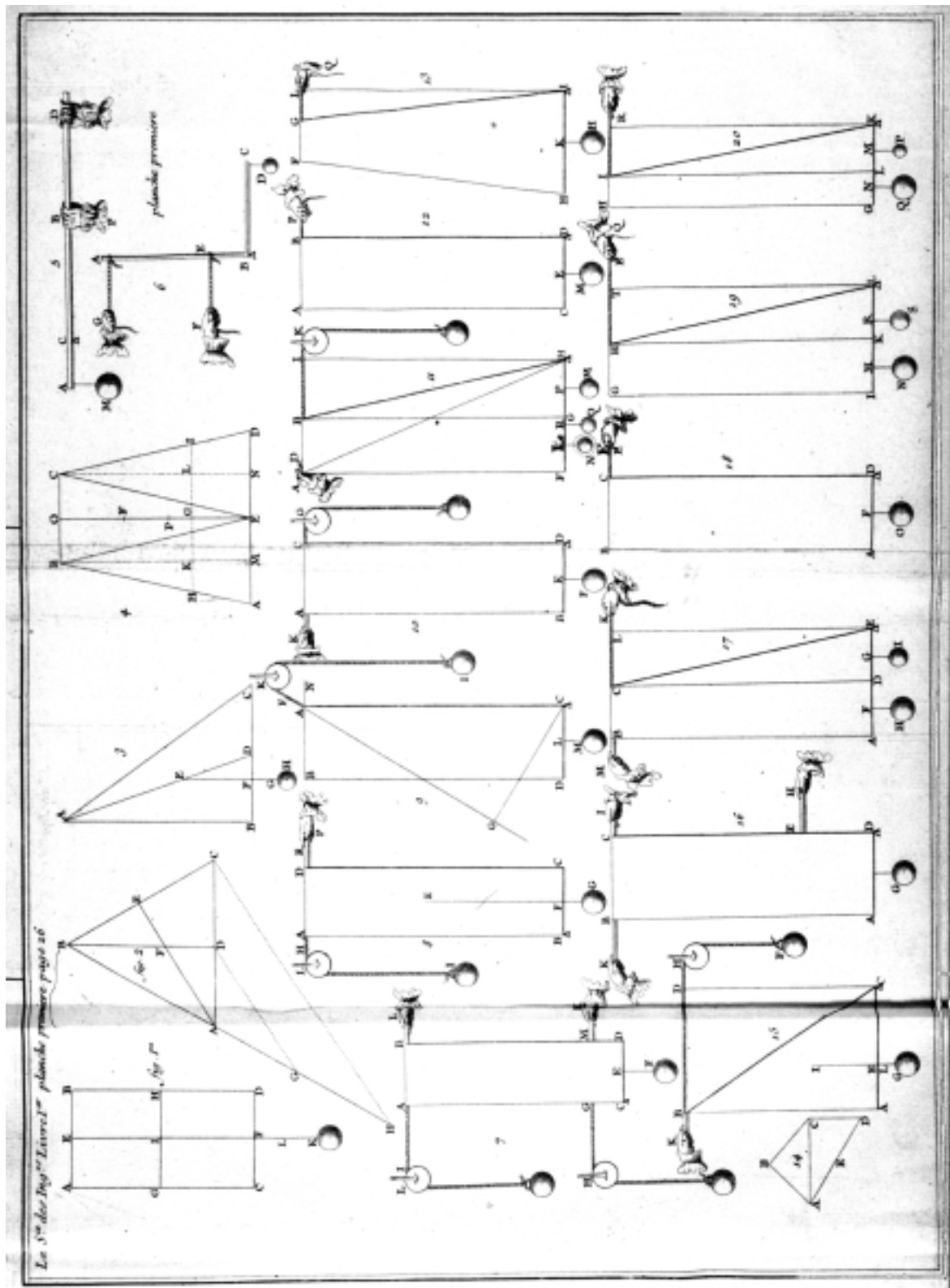


Abb.83 Belidor M.D.CC.XXII. (1722), Buch 1. Bezogen auf die Querschnitte definierter Bauteile wurde in der Regel eine Kraftlinie in der Bauteilmittlinie angenommen.

4. MAUERN

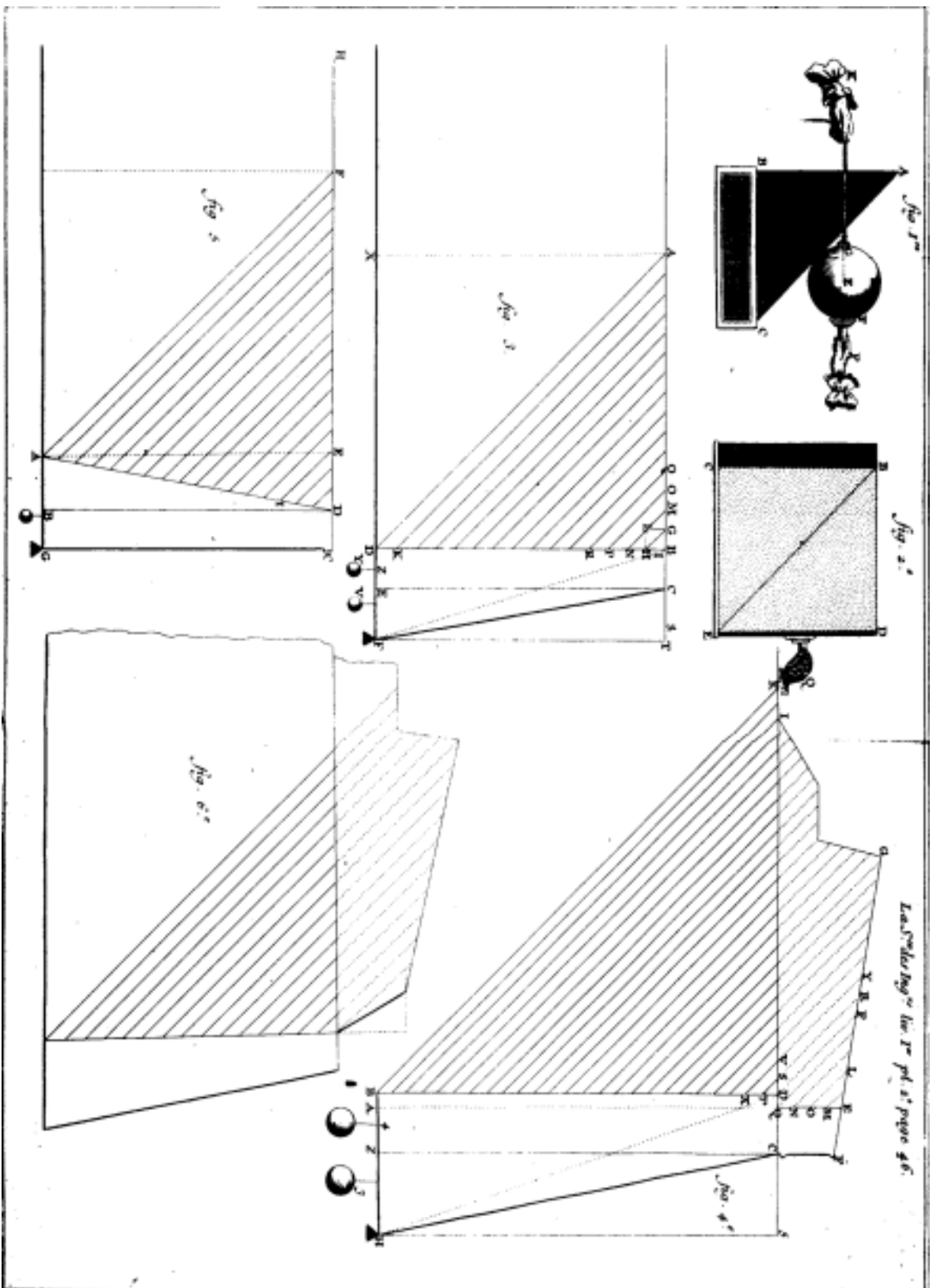


Abb. 84. Belidor M.D.CC.XXII. (1722). Buch 1. Plan 2. Abweichend von einer mütigen Kraftlinie ging der französische Ingenieur Belidor bei Stützmauern Anfang des 18. Jh. davon aus, dass die Kraftlinie durch den äußeren Fußpunkt als gedachten Schwerpunkt verlaufen müsste.



Abb.85 Schloss Stern (1730/32), Potsdam-Drewitz. Die Wände sind nur eine Steinlänge breit. Die verhältnismäßig geringe Mauerstärke wurde Ende des 18. Jh. als zu instabil abgelehnt.

4. MAUERN

nimmt²⁷⁸. Die Wirkung eines Hebelarms einer einwirkenden Kraft wurde auf die Mauer übertragen²⁷⁹ und beeinflusste vor allem konstruktive Überlegungen zu Gewölbewiderlager und Stützmauern²⁸⁰ (vgl. S. 260 ff., 292 ff.).

Ebenso wurden ab dem 17. Jh. für Mauern und Gewölbe Denkmodelle entwickelt, die von einem Kraftverlauf innerhalb der Bauteile ausgingen. Dabei wurde verstärkt von einer Bündelung aller einwirkenden Kräfte in einem Lastmittelpunkt ausgegangen,²⁸¹ von dem aus die gebündelten Kräfte in einer sogenannten „Directionslinie“²⁸² oder „Schwerlinie“²⁸³ in den Baugrund weitergeleitet wurden.²⁸⁴ Diese Kraftlinie wurde häufig in der Bauteilmitte angenommen²⁸⁵ (Abb. 83). Davon abweichend ging der französische Ingenieur Belidor bei Stützmauern Anfang des 18. Jh. davon aus, dass die Kraftlinie durch den äußeren Fußpunkt als gedachten Schwerpunkt verlaufen müsste²⁸⁶ (Abb. 84). Die Kraftlinie innerhalb des Bauteils zum jeweils angenommenen Körperschwerpunkt wurde dabei als wirkende Hebelarm angenommen. Angestrebt wurde ein gradliniger, senkrechter Kraftverlauf, weshalb Ende des 17. Jh. „überhängende Mauern [...] sie mögen auch mit Ancern gehäckelt werden“²⁸⁷ oder „kleine Anhängsel wie Erker“²⁸⁸ als statische Störung empfunden wurden, die es zu vermeiden galt.²⁸⁹ Damit fand das statische Interesse an der Krafteinwirkung und deren Verlauf in der Mauer eine konstruktive Umsetzung. Folgerichtig wurde eine Differenzierung der Mauer in Kraft leitende und begrenzende Mauerteile vorgenommen, die der französische Pater Languier in der Mitte des 18. Jh. wie folgt beschrieb:²⁹⁰

„In allen Gebäuden muß man den Theil, welcher belästigt, und den Theil welcher trägt, wohl unterscheiden. Ein Gebäude wird alle nöthige Gründlichkeit und Festigkeit haben, wenn die Stärke der Last, die Stärke des Trägers nicht übertrifft“²⁹¹.

Die konzentrierten Dachlasten eines Dachträgers, die in einen bestimmten Mauerabschnitt²⁹² gezielt innerhalb der Mauer im Sinne einer Stütze in den Baugrund geleitet wurden, galten als Erklärungsbeispiel. Zusätzlich wurde während des 18. Jh. immer wieder die vitruvianische „Urhütte“²⁹³, ein einfacher Holzständerbau mit Flechtwerk als „Zwischenfüllungen“²⁹⁴, zur Erklärung und Begründung der statischen Mauerunterteilung in Kraft leitende und begrenzende Mauerteile herangezogen. In „ausgeasteten Bäumen“²⁹⁵ wurden Vorläufer für Säulen und Pfeiler gesehen,²⁹⁶ die die Lasten von Dach oder Gewölbe aufnahmen.²⁹⁷ Das Bild der Urhütte als gestalterische und konstruktive Naturnachahmung wurde jedoch von Vertretern einer ausschließlich auf die Antike ausgerichteten Baukunst als „Wahn“²⁹⁸ abgetan. Wegen der fehlenden wissenschaftlichen Nachprüfbarkeit der tatsächlichen Existenz der Urhütte²⁹⁹ verebbte das konstruktive Interesse zu Beginn des 19. Jh.

Eng verknüpft mit dem Interesse an den Kräften war die Standsicherheit.³⁰⁰ Um die Mauerstabilität zu gewährleisten war eine Mauerkonstruktion zu wählen, die den einwirkenden Kräften ausreichenden Widerstand.³⁰¹ Obwohl eine umfassende Bestimmung der Kräfte in

der ersten Hälfte des 19. Jh. nicht möglich war,³⁰² wurden vielfältige Stabilitätsfaktoren erkannt, wenngleich deren Wirkungsweise nicht erfasst werden konnte. Es erhielt die Erkenntnis größere Akzeptanz, wonach bereits ein „geringer Umstand die Sache[, die statischen Gegebenheiten] verändern kan“³⁰³, ohne beurteilen zu können, welche Auswirkung mit einer Veränderung verbunden waren.³⁰⁴ Zu den wesentlichen Stabilitätsfaktoren während des 18. Jh. wurden Mauerhöhe,³⁰⁵ Mauerstärke, Mauerform, Materialgüte³⁰⁶ (vgl. S. 41 ff., 160 ff.), Mauergefüge³⁰⁷ (vgl. S. 105 ff.) und ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. zusätzlich noch Anordnung und Anteil der Maueröffnungen,³⁰⁸ Mauerlänge,³⁰⁹ aussteifende Maßnahmen wie Anker,³¹⁰ Pfeiler, Bogen und anstoßende Wände,³¹¹ Nutzlasten³¹² und gelegentlich auch die Baugrundverhältnisse gezählt.³¹³

Durch die komplexen, schwer zu erfassenden Wirkungsweisen der einwirkenden Kräfte und deren Abtragung erfolgte über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg eine zufällige Gewichtung und Berücksichtigung einzelner Stabilitätsfaktoren, ohne schlüssige Überprüfungen.³¹⁴ So wurde einer angenommenen Krafteinwirkung³¹⁵ bis in das 19. Jh. ein Mauerwiderstand entgegen gestellt, der aus einer vorbestimmten Mauerstärke³¹⁶ und einer mehr oder weniger exakten Materialangabe abgeleitet wurde.³¹⁷ Während sich die Festigkeiten örtlich vorhandener Baumaterialien durch Erfahrungen für häufig vorkommende Bauaufgaben grob einschätzen ließen, standen genauere Angaben einer „Preßbarkeit“³¹⁸ bezogen auf eine definierte belastete Bauteilfläche³¹⁹ schon deswegen nicht zur Verfügung, da verlässliche Prüfverfahren zur Festigkeitsbestimmung bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. nicht entwickelt waren³²⁰ (vgl. S. 40 ff.).

4.1.3. MAUERSTÄRKEN

Weil die Errichtung einer Mauer immer an Abmessungen gebunden war, war die Mauerstärke zwangsläufig für die Stabilität maßgeblich.³²¹ Darüber hinaus war eine Mindestmauerbreite aber auch einzuhalten, um vor allem die oberen Mauerteile³²² vor eindringendem Schlagregen³²³ oder einer zu starken Sonnenbestrahlung³²⁴ zu schützen. Die Unterschreitung allgemein anerkannter Mauerbreiten, wie beim Jagdschloss Stern in Potsdam-Drewitz (1730/32) (Abb. 85), bei den holländischen Häusern sowie dem Kommandantenhaus in Potsdam mit durchschnittlichen Mauerbreiten von einer Steinlänge wurde um 1800 entschieden abgelehnt,³²⁵ obwohl die Bauwerke wegen der verwendeten hohen Steinqualitäten, den regelmäßigen Steinformaten und den geordneten Kreuzverbänden sehr geschätzt wurden.³²⁶ Die dort stattdessen vorgenommenen Aussteifungen der Wände durch Anker und brennbare Holzdecken fanden erst in der ersten Hälfte des 19. Jh. konstruktiv größere Beachtung (vgl. S. 163 ff.).

Höhe der Futtermauren an Schuen.	Obere Dicke der Futtermauren deren Widerstand einer Gewalt gewachsen ist, die um $\frac{1}{4}$ stärker ist, als die Erde pressen kan.			Höhe der Futtermauren an Schuen.	Obere Dicke der Futtermauren deren Stärke dem Druck der Erde um $\frac{1}{4}$ überwiegt.		
Schu.	Schu.	Zoll.	Linien.	Schu.	Schu.	Zoll.	Linien.
10 -	1 -	11 -	6	45 -	7 -	11 -	10
15 -	2 -	9 -	11	50 -	8 -	10 -	8
20 -	3 -	8 -	3	55 -	9 -	8 -	4
25 -	4 -	6 -	7	60 -	10 -	6 -	8
30 -	5 -	4 -	9	65 -	11 -	5 -	1
35 -	6 -	3 -	1	70 -	12 -	3 -	4
40 -	7 -	1 -	6				

Abb.86 Suckow 1781. 55. Tabelle zur Festlegung der Mauerstärke bei Futtermauern. Ausschlaggebend ist bei dieser Tabelle die Mauerhöhe.

4. MAUERN

Mindestbreiten, mit denen eine standsichere Mauer klar und einfach zu bestimmen war, suchte man durch einfache Faustregeln zu bestimmen. Da verlässliche Grundlagen fehlten, wurden Faustregeln aus den unterschiedlichsten Vorgaben abgeleitet.

Vorbildfunktion für standsichere Mauerbreiten hatten historische „Denkmäher und alte Gemäure“³²⁷, die durch ihre lange Standzeit bereits ihre Standsicherheit belegt hatten, so dass die Mauerbreiten dieser Gebäude als ausreichend sicher galten. Eine wirkliche Orientierungsgröße stellten sie wegen der zu stark empfundenen Mauerstärken dennoch nicht dar.³²⁸ Eine systematische Auswertung der Mauerstärken alter Gebäude unternahm der Franzose Rondelet. Dazu ließ er ca. 280 Gebäude in Frankreich und Italien untersuchen. Alle untersuchten Gebäude verfügten im unteren Gebäudeteil über Gewölbe. Aufgenommen wurden Dachkonstruktionen, Maueraufbau, eingesetzte Baustoffe und Bauschäden. Als Ergebnis der Untersuchung wurden die Mauerstärken unterteilt nach Außen- und Mittelwänden aufgelistet.³²⁹

Größere Beachtung für die Festlegung der Mauerstärken besaßen dagegen antike und neuzeitliche Architekturtraktate. Als Richtwert diente häufig die Angabe Vitruvs mit einer Mauerbreite von zwei Steinlängen. So wurde diese Breite Ende des 17. Jh. als Regelbreite für jedes Stockwerk angenommen, womit die untere Mauerbreite eines dreigeschossigen Gebäudes sechs Steinlängen betrug.³³⁰ Die Angabe Vitruvs wurde jedoch auch so ausgelegt, dass die oberste Etagenmauer zwei Steinlängen betrug und die je darunter folgende, äußere Geschosswand um eine halbe Steinlänge verbreitert wurde.³³¹ Die jeweiligen Angaben wurden sowohl in Steinlängen als auch in Fuß und Zoll je Stockwerk angegeben. Die Interpretationen der antiken und neuzeitlichen Festlegungen der Mauerbreiten beschränkte sich während des Untersuchungszeitraums wesentlich auf Repräsentationsbauwerke,³³² bei denen auch die Mauerstärke Repräsentationsbestandteil war. Basierend auf einem Gestaltungsraster wurden, wenn auch selten, die Mauerbreiten abhängig von Modulgrößen festgelegt.³³³

Immer ausgehend vom obersten Geschoss hatten sich ab dem Ende des 17. Jh. durchschnittliche Mauerbreiten herausgebildet, die für Repräsentationsbauten mit drei Steinlängen und für Profanbauten zwischen eineinhalb³³⁴ und bevorzugt zwei³³⁵ Ziegelsteinlängen angegeben wurden.³³⁶ Mauerbreiten mit nur einer Steinlänge wurden verstärkt erst im 19. Jh. angegeben.³³⁷ Solche Richtwerte bezogen sich während des 18. Jh. auf Ziegelmauerwerke, so dass für instabiler eingestufte Bruchsteinmauerwerke Zuschläge in Erwägung gezogen wurden.³³⁸ Darüber hinausgehende Mauerbreiten wurden für „Privatgebäude“³³⁹ schon aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen. Aus den Angaben zu den Außenwandbreiten wurden die Wandstärken der Innenwände während des 18. Jh. mit zweidrittel³⁴⁰ oder dreiviertel³⁴¹ von der jeweiligen Außenwandbreite abgeleitet, wenn diese nicht sowieso aus Fachwerk errichtet wurden. An den Bemessungsregeln zu den Innenwänden wurde im letzten Drittel

4. MAUERN

des 18. Jh. einerseits weiter festgehalten, dennoch wurde andererseits eine größere Mauerstärke nahegelegt³⁴² (vgl. S. 216 ff.).

Je Geschoss wurde eine Zugabe der Mauerbreite für Ziegelmauerwerke zwischen drei bis vier Zoll³⁴³ (ca. 7,8 bis 10,4 cm) und für Bruchsteinwände mindestens vier Zoll³⁴⁴ (ca. 10,4 cm) angegeben. Für die Bemessung in Steinlängen wurde in der Regel pro folgendem Geschoss von oben beginnend eine halbe Steinlänge zugegeben.³⁴⁵ Damit waren alle Angaben gegeben, um die Mauerbreiten je Geschoss festlegen zu können.³⁴⁶

Die erzeugte Regelhaftigkeit fand ihren Ausdruck sowohl in Formeln³⁴⁷ oder Tabellenwerken wie in Abbildung 86 dargestellt. Mit der nachfolgende Formel ließ sich die jeweilige Mauerstärke festlegen.

$$\text{Mauerstärke} = (\text{Mauerdicke des obersten Stockwerks} + (\text{Geschoßanzahl} - 1) \times \text{der Verbreiterung je Geschoss})$$

Größere Bekanntheit erfuhren besonders Tabellenwerke des französischen Ingenieurs Belidor, der für Gewölbewiderlager und Stützmauern Berechnungen unternahm und die Ergebnisse Anfang des 18. Jh. in Tabellen veröffentlichte³⁴⁸ (vgl. S. 260 ff., 292 ff.). In Deutschland fanden sie, nicht zuletzt durch Übersetzungen und Wiedergaben in der zeitgenössischen Bauliteratur, ab der Mitte des 18. Jh. größere Bekanntheit.³⁴⁹ Diese Tabellen entsprachen ganz dem Bedürfnis, vermeintlich stabile Mauern einfach festlegen zu können. Die Wertschätzung dieser Tabellen war so hoch, so dass ihre Übertragung auch auf Hochbaumauern nahegelegt wurde,³⁵⁰ obwohl vergleichbare Tabellenwerke für den Profanbau während der zweiten Hälfte des 18. Jh. nicht bestanden. Insbesondere für Außenwände entstanden Ende des 18. Jh. Tabellen, die zusätzlich bei unterschiedlichen Ziegelqualitäten Höhen und Breiten in einen Bezug setzten.³⁵¹ Daneben wurden Tabellen entwickelt, in denen für Sonderbauten, z.B. Kirch- und Turmmauern, Mauerbreiten ebenfalls in Abhängigkeit von der Höhe und von den eingesetzten Ziegelqualitäten angegeben wurden.³⁵²

Trotz der großen Akzeptanz der diversen Tabellen und Faustregeln war man sich durchaus bewusst, dass zur Ermittlung der notwendigen Mauerstärken die bekannten Faustregeln nicht ausreichend waren:

„Ohne allem Zweifel hängt die wahre Dicke der Mauern von der gegen sie wirkenden Gewalt; von ihrer beliebten Höhe; von der Güte der Materialien; und von deren vollkommenen Verbindung ab“³⁵³.

Eine exakte Ermittlung der Mauerstärke „nach theoretischen Grundsätzen, bei jedem vorkommenden einzelnen Fall“ wurde jedoch als zu „weitläufig und schwer“³⁵⁴ erachtet,³⁵⁵ weshalb trotz der bekannten Defizite an bekannten Faustregeln und „Erfahrungs-Sätze[n]“³⁵⁶

festgehalten wurde. Bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. wurden die Faustregeln als verbindlich angesehen. Die so ermittelten Mauerstärken wurden abhängig von weiteren als relevant eingestuften Stabilitätsfaktoren mit Zu- und Abschlägen versehen.³⁵⁷

Einen sehr hohen Stellenwert besaßen die eingesetzten Steinarten und die sich daraus ergebenden Mauergefüge für die festzulegende Mauerstärke. Die wesentliche Unterscheidung bestand in gleichförmigen, leicht anzuordnenden und ungleichförmigen Steinformaten, die ihren Ausdruck in der Unterteilung nach Ziegeln und Bruchsteinen fand.³⁵⁸ Durch die als stabil bewerteten Ziegel und Werksteinquader und die als instabil eingestuften Bruchsteine oder Feldsteine³⁵⁹ bestimmte sich der Mauerwerksverband,³⁶⁰ der wiederum für die Festlegung der Mauerbreite mit herangezogen wurde (vgl. S. 160 ff.). Während beispielsweise Ziegelmauerwerke zwischen einem Fuß und einem Fuß sechs Zoll (ca. 31,4 und 47,2 cm) angegeben wurden, sollten die Bruchsteinmauerwerke ein Fuß sechs Zoll bis zwei Fuß³⁶¹ (ca. 47,2 bis 62,8 cm) betragen. Meist wurde diese Unterteilung der Steinarten zusätzlich mit den Geschosshöhen kombiniert.³⁶² Danach bestimmte sich die Mauerbreite im zweiten Drittel des 18. Jh. bei einer Geschosshöhe von acht (ca. 251 cm) mit einer Breite von eineinhalb Fuß³⁶³ (ca. 47,1 cm). Die Mauerstärke bei Ziegelmauerwerken mit Geschosshöhen von zwölf bis zwanzig Fuß (ca. 376,8 bis 628,0 cm) wurden in der Mitte des 18. Jh. mit zwei Fuß drei Zoll (ca. 70,6 cm) angegeben, während bei Bruchsteinmauern mit den gleichen Höhen die Breite um drei oder vier Zoll³⁶⁴ (ca. 7,8 oder 10,4 cm) zu verstärken war. Mit leichten Abweichungen behielten diese Angaben für Geschosshöhen bis zu zwölf Fuß³⁶⁵ (ca. 376,8 cm) auch im letzten Drittel des 18. Jh. ihre Gültigkeit. Mauern mit Geschosshöhen zwischen achtzehn und zwanzig Fuß (ca. 565,2 bis 628,0 cm) waren ausgehend von einer zwölf Fuß (ca. 376,8 cm) hohen Wand und einer Mauerstärke von zwei Fuß (ca. 62,8 cm) für jedes weitere Fuß Höhe in der Mauerbreite um ein halbes Zoll (ca. 1,3 cm) zu verbreitern. Da diese Regel sich auf ein Ziegelmauerwerk im Verband nicht übertragen ließ, wurde diese vorrangig für Bruchsteinmauerwerke empfohlen.³⁶⁶ Die Geschosshöhe wurde auch für die Mauerabsätze der jeweils nach unten folgenden Geschosse mit herangezogen. Danach wurde bei Geschosshöhen um zwölf Fuß (ca. 376,8 cm) je Geschoss eine Verstärkung bei Ziegelmauerwerken von drei Zoll (ca. 7,8 cm) und für Bruchsteinmauerwerke mit vier Zoll³⁶⁷ (ca. 10,4 cm) vorgegeben. Die sich auf die Geschosshöhen beziehenden Faustregeln waren sehr uneinheitlich.³⁶⁸

Weitere Faustregeln zur Festlegung der Mauerstärken bezogen sich auf eingeschossige, einfache Massivbauten wie Kleinsthäuser oder kleine Ställe. Diese Regeln wurden im letzten Drittel des 18. und in der ersten Hälfte des 19. Jh. häufiger angeführt, wobei zusätzliche Aussteifungen bei der Bemessung vorausgesetzt wurden. Zu solchen Aussteifungen waren angrenzende Innenwände³⁶⁹ oder als Pfeiler ausgebildete Gebäudeecken, deren Breite bei-

spielsweise mit eineinhalb Steinlängen bestimmt wurden³⁷⁰ (vgl. S. 183 ff.). Die Breiten wurden für Ziegelmauerwerke bei Außenwänden³⁷¹ mit einer und bei Innenwänden mit einer halben Steinlänge³⁷² angegeben. In der Ausführung als Lehmsteinbau galt für die Außenwände in der Regel eineinhalb und für die Innenwände eine Steinlänge³⁷³ als ausreichende Mauerbreite.

Die Mauerstärken, der als Lehmputzen errichteten Kleinsthäuser, wurden beispielsweise bei einer Geschosshöhe von zehn Fuß (ca. 314,0 cm) mit eineinhalb Fuß (ca. 47,1 cm) angegeben. Fiel das Geschoss höher aus, dann sollte die Mauerstärke auf zwei Fuß (ca. 62,8 cm) verstärkt werden.³⁷⁴

Die minimierte Festlegung der Mauerstärken wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. auch auf zweigeschossige städtische und ländliche Bauwerke ausgeweitet. Außen- und Mittelwände wurden dabei gleichberechtigt zusammengefasst und mit einer durchschnittlichen Breite von eineinhalb Steinlängen bestimmt,³⁷⁵ während die weniger belasteten Quer- und Giebelwände mit einer Breite von einer Steinlänge festgelegt wurden.³⁷⁶ Die sonst übliche Differenzierung der Mauerbreiten für jedes Geschoss entfiel.³⁷⁷ Allerdings waren wie bei den eingeschossigen Gebäuden die festgelegten Mauerbreiten an Voraussetzungen geknüpft. So war die Geschosshöhe von zehn Fuß³⁷⁸ (ca. 314,0 cm) nicht zu überschreiten, die Decken mussten aussteifend mit eingebunden sein.³⁷⁹ Wenn auch nicht durchgängig, so wurden doch meist aussteifende Querwände gefordert, die nicht weiter als sechszehn bis achtzehn Fuß³⁸⁰ (ca. 502,4 bis 565,2 cm) von einander entfernt sein durften oder Fensterpfeiler, die stets breiter als die Fenster ausfielen.³⁸¹ Gelegentlich wurde die Mauerbreite auch an eine maximale Gebäudetiefe von dreißig Fuß³⁸² (ca. 942,0 cm) geknüpft. In der Mitte des 19. Jh. wurden Mauerbreiten der Außen- und Mittelwände von eineinhalb Steinlängen als baupolizeiliche Mindestvorgabe angeführt.³⁸³

Wegen der als gering angenommenen Stabilität wurden bei den gestampften Lehm-, Erd- und Wellerwänden bereits seit dem letzten Drittel des 18. Jh. Bedingungen an die Festlegung der Mauerstärken geknüpft. In der Regel wurden die Mauerstärken auf eingeschossige Gebäude begrenzt und Angaben zu den Lehmwandbreiten nur in Ausnahmen auf zweigeschossige Bauwerke³⁸⁴ bezogen. Stärker als andere Wände sollten die Lehmwände ein- oder noch besser noch beidseitig nach einer Vielzahl an Regelwerken geböschet sein.³⁸⁵ Anstelle die Reduzierung der Mauerbreiten auf eine bestimmte Höheneinheit zu beziehen, wurden auch die untersten Mindestbreiten, beispielsweise mit zweieinhalb Fuß (ca. 78,5 cm) und die oberen Mindestbreiten zwei Fuß³⁸⁶ (ca. 62,8 cm) angegeben, wodurch sich zwangsläufig eine Böschung ergab. Bei ausgeführten Lehmwänden wurde jedoch selbst in Landschaften, in denen Lehmwände häufiger vorkommen, meist kaum oder überhaupt nicht geböschet.³⁸⁷ Eine Böschung der Lehmwände galt dann als verzichtbar, wenn die Gebäudeecken als Ziegelpfeiler ausgebildet war.³⁸⁸ Eine Konstruktion, die in der Mark seltener ausgeführt wurde.

Die Festlegung der Lehmwandstärken wurde wie bei den Ziegelmauerwerken auch in Abhängigkeit der Geschosshöhe,³⁸⁹ in der Regel bis maximal zehn Fuß (ca. 314 cm) limitiert, so dass die untere Außenwandstärke zweieinhalb oder drei Fuß (ca. 78,5 u. 94,2 cm) betragen sollte, während die Innenwände mit eineinhalb bis zwei Fuß³⁹⁰ (ca. 47,1 u. 62,8 cm) angegeben wurden. Da die Maßangaben der Lehmwände insgesamt stark variierten,³⁹¹ ist davon auszugehen, dass die Angaben jeweils in Bezug auf lokal verfügbare Lehmqualitäten und Baugewohnheiten erfolgten, wobei Lehmwände dann etwas stärker als die Ziegelmauerwerke angelegt wurden.

Als eine neue Komponente in der Festlegung der Mauerstärke wurde Ende des 18. Jh. sowohl die Wandlänge als auch ihr Verlauf mit herangezogen. Besondere Beachtung fand die Mauerlänge für Fassaden- und Mittelwände. Diese sollte beispielsweise bei Längen zwischen dreißig und vierzig Fuß (ca. 9,4 bis 12,6 m) bei eingeschossigen Bauten wenigstens eineinhalb Fuß³⁹² (ca. 47,1 cm) stark sein. Bedingt durch die stärkere Berücksichtigung der bis dahin weitgehend vernachlässigten Mauerlänge wurde nun die Mauerlänge mit Höhe und Breite in Bezug gesetzt, was dann durch die folgende Formel ausgedrückt wurde³⁹³:

$$\text{Höhe} = 2 \text{ ab} / (a+b)$$

(Die Länge entspricht (a) und Breite (b).)

Die Mauerlänge wurde vage zu den einwirkenden Kräften und dem Steingewicht in Bezug gesetzt, so dass sich die Mauerstärke nach der folgenden Formel ermittelte:

$$\text{Mauerstärke} = \sqrt{\frac{2 * \text{ schiefe Kraft}}{\text{Mauerlänge} \times \text{ spezifisches Gewicht}}}$$

Als Ergebnis dieser Berechnung ergab sich, bei einer verdoppelten Mauerstärke eine vierfach höhere Mauerstabilität,³⁹⁴ ohne dass weder die wirkenden Kräfte, noch Baustoffe oder weitere Einflussfaktoren näher umrissen oder definiert waren.

Die stärkere Berücksichtigung der Mauerlänge stand in engem Zusammenhang mit der wachsenden Bedeutung der Maueraussteifung durch Pfeiler, Mauerecken und angrenzende Wände (vgl. S. 170).

Selbstverständlich fand die aussteifende Wirkung Eingang in die Festlegungsregeln zur Mauerstärke. Zunächst von den Stützmauern ausgehend wurde in der Mitte des 19. Jh. eine Aussteifung der Wände vorausgesetzt, wonach sich die Länge aus der zweifachen Wandhöhe bestimmte³⁹⁵ (vgl. S. 260 ff.). Waren keine aussteifenden Pfeiler oder Wände vorhanden, dann sollte die Mauerbreite verdoppelt werden.³⁹⁶ Von dieser nun für die Mauerstabilität als wesentlich angesehenen Faustregel konnte abgesehen werden, wenn die Mauerhöhe acht Fuß (ca. 251,2 cm) nicht überschritt. Wände unter acht Fuß (ca. 251,2 cm) Höhe galten unabhängig ihrer Länge wegen der geringen Höhe stets als ausgesteift.³⁹⁷ Die seit dem Ende des 18. Jh. stärker beachtete Mauerlänge wurde auch an der Gebäudetiefe festgemacht, so dass die

4. MAUERN

Mauerstärke in der Mitte des 19. Jh. durch die Höhe und die Anzahl aussteifender Wände oder Pfeiler bestimmt wurde.³⁹⁸ Danach ließ sich die Mauerstärke für Bauwerke ohne Mittelwände nach der folgenden Formel ermitteln³⁹⁹:

$$\frac{\text{Gebäudetiefe} \times (\text{Gesamtmauerhöhe} / 2)}{24}$$

Die auf die Gebäudetiefe bezogene Mauerstärke wurde weiter vereinfacht und beispielsweise gleichermaßen auf Wohn- und Fabrikgebäude übertragen. Baustoffe und Kräfte fanden dabei keine Berücksichtigung. Die Mauerstärke berechnete sich wie folgt⁴⁰⁰:

$$\frac{(\text{Gebäudetiefe} / 40) + \text{Geschosshöhe}}{25}$$

4.2. MAERKONSTRUKTIONEN

Abhängig von den jeweiligen Anforderung und der gedachten Funktion wurden Mauern bzw. Wände differenziert und konstruiert. Beispielsweise waren für Stützmauern andere Konstruktionen als für Innenwände erforderlich. Dennoch standen für alle Mauerkonstruktionen die gleichen konstruktiven Systemen zur Verfügung.

4.2.1. KONSTRUKTIVE SYSTEME

MAUERSCHEIBE/ MAUERSTÜTZE

Mauern und Wände wurden maßgeblich als eine gleichförmige Wandscheibe mit annähernd gleichmäßiger Belastung aber auch als ein konstruktives Stützensystem mit Punktlasten angesehen. Trotz der Differenzierung in diese beiden konstruktiven Systeme, wurde bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. an der Last tragenden Mauerscheibe als einem konstruktiven System festgehalten. Dennoch wurde die Mauer als ein Bauteil in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in einen Last tragende und einen ausschließlich begrenzende Teil unterschieden⁴⁰¹ (Abb. 87).

Eine häufiger vorgenommene Differenzierung der Stützen nach „Säulen“⁴⁰² oder „Pfeilern“⁴⁰³ hatte vorwiegend gestalterische Gründe.⁴⁰⁴ Die Säule oder „Stamm“⁴⁰⁵ besaß ein höheres gestalterisches Prestige und war wichtiges Ausdrucksmittel für den sozial Status der Bauherren oder Nutzer. Die nachgeordneten Pfeiler wurden als „Pilaster“⁴⁰⁶, „Pfosten“⁴⁰⁷, „Wandpfeiler“⁴⁰⁸ oder „Ständer“⁴⁰⁹ mit quadratischen oder rechteckigen Grundrissen⁴¹⁰ beschrieben. Beide Mauerstützen waren Bestandteil einer aufgelösten Mauerscheibe, die in der Regel auf die Außenwände bezogen wurde.

FENSTER- UND ECKPFEILER

Zu der Last tragenden Mauerstütze zählte der Fensterpfeiler in den Außenwänden, der als „Mittel-“⁴¹¹ oder „Fensterschaft“⁴¹² oder einfach als „Schaft“⁴¹³ bezeichnet wurde.

Entsprechend ihrer Anordnung wurden die Mauerstützen nach Eck- und Fensterpfeilern unterteilt. Bis in das 19. Jh. wurde der Eckpfeiler als maßgeblich für die Gebäudestabilität beurteilt.⁴¹⁴ Befürchtet wurde infolge von Krafteinwirkungen, insbesondere bei freistehenden Gebäuden, dass die Gebäudeecken aufbrechen würden. Um einer solchen Schädigung vorzubeugen, wurde Ende des 17. Jh. argumentiert die Gebäudeecken aus vermeintlich stabilen Quadern als Lang- und Kurzwerk auszubilden⁴¹⁵ und die Eckpfeiler breiter als die übrigen Mauerpfeiler anzulegen. An den breiter angelegten Eckpfeilern wurde in der Regel bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. festgehalten.⁴¹⁶ Als sicher geltende Breiten wurden beispielsweise in den 70er Jahren des 18. Jh. sechs und sieben Fuß⁴¹⁷ (188,4 und 219,8 cm) angegeben. Verbreitet war, die Eckpfeilerbreiten auf die Breiten der Fensterpfeiler zu beziehen, so dass

der Eckpfeiler dann um ein Viertel⁴¹⁸ oder um die Hälfte⁴¹⁹ verlängert wurde. Zusätzlich galt es als stabilisierend wenn die Eckpfeiler breiter gegründet wurden,⁴²⁰ mit Strebpfeilern oder Strebebogen⁴²¹ oder mit einer Böschung⁴²² verstärkt wurden.

Trotz dieser konstruktiven Regeln wurden die freistehenden Eckpfeiler der Gebäude im Potsdamer Holländischen Viertel nicht breiter als die übrigen Fensterpfeiler angelegt. Damit wurde bei diesen Gebäuden einer Entwicklung vorgegriffen, die ab der ersten Hälfte des 19. Jh. dazu führte Eckpfeiler zunehmend schmaler anzulegen. Die Eckpfeiler wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. zwischen zwei bis zweieinhalb Fuß (ca. 62,8 bis 78,5 cm) ausgeführt, was in etwa drei bis dreieinhalb Steinlängen entsprach.⁴²³ Folge der schwach ausgebildeten Gebäudeecken war, dass, vor allem bei freistehenden und stärker durch Deckenbalken verankerten Wänden,⁴²⁴ Risse in den Gebäudeecken auftraten⁴²⁵ (Abb. 88). Durch die als Anker eingesetzten Holzbalkendecken waren die zu schwachen Gebäudeecken zusätzlich gefährdet.⁴²⁶ Durch die Einführung von Metallankersystemen ab dem zweiten Drittel des 19. Jh. war es möglich die im Querschnitt minimierte Gebäudeecken standsicher zu errichten.⁴²⁷

LASTTRAGENDE STÜTZE/ STÜTZENRASTER

In der Absicht, Lasten abzuleiten, bezog Leon Battista Alberti im 15. Jh. neben Mauern auch Säulen, Pfeiler und Gebäudeecken ein und schaffte damit ein räumliches konstruktives System, bei dem die einzelnen Stützen durch Bogen oder horizontale Balken miteinander verbunden wurden.⁴²⁸ Dieses konstruktive Gerippe wurde in den folgenden Jahrhunderten auf ein „Viereckraster“⁴²⁹ bezogen, womit es letztlich wiederum dem konstruktiven räumlichen Stützensystem gotischer Bauwerke des 13. und 14. Jh. entsprach. Der wesentliche Unterschied dieser räumlichen Stützensysteme, vor allem des 17. und 18. Jh., bestand jedoch in der Absicht, Lasten gezielt in den Grund abzuleiten.⁴³⁰ Diese konstruktiv bestimmten gerasterten Stützensysteme wurden während des 17., 18. und frühen 19. Jh.⁴³¹ mit einem „Knochengerüst“⁴³² verglichen, bei dem „starcke Knochen“, erforderlich waren, um „den Bau aufrecht erhalten und aufführen“⁴³³ zu können (Abb. 89). Die im Raster angeordneten und durch Bogen oder Anker verbundenen Stützen erlaubten große, flächige und weitgehend standsichere Bauwerke ohne störende Unterteilungen herzustellen.⁴³⁴ Gleichzeitig ließen sich diese Räume ohne all zu großen Aufwand bei Bedarf mit Kreuzgewölben und kuppelartigen Gewölben⁴³⁵ kombinieren und zum einen repräsentativ zum anderen auch feuersicher ergänzen. Diese für die Nutzung, den Brandschutz und die Standsicherheit günstigen Voraussetzungen der gerasterten Stützenbauwerke wurden ab dem 17. Jh. immer wieder angeführt. Ebenso erwies sich der geringere Materialverbrauch als ein erheblicher ökonomischer Vorteil.⁴³⁶

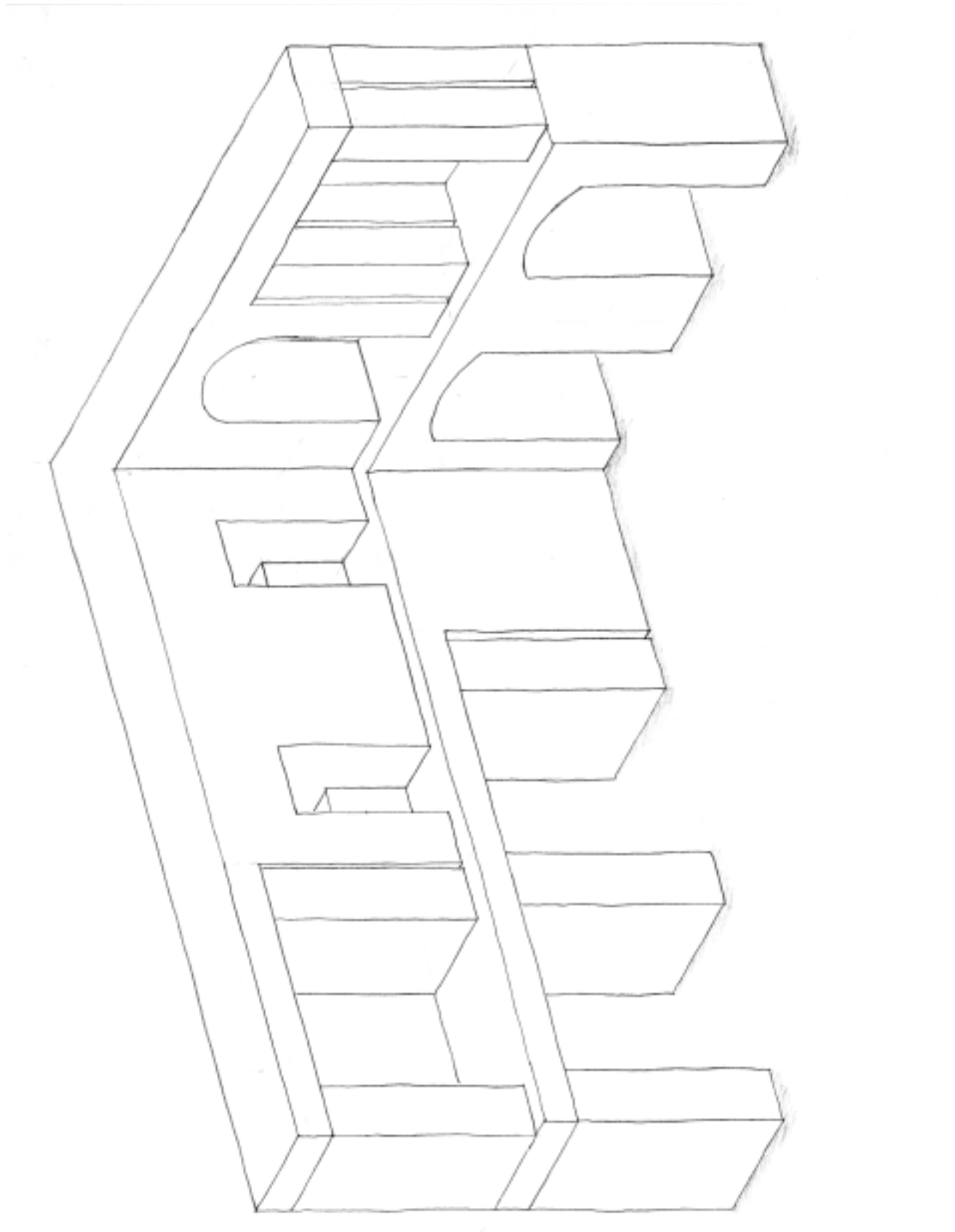


Abb.87 Skizze, die Wände wurden sowohl als lasttragende Mauerseiche auch als Stützensystem ausgeführt. Beide Konstruktionssysteme wurden trotz der wichtiger werdenden Differenzierung bis in das 19. Jh. als lasttragenden Mauerseiche zusammengefasst.

4. MAUERN

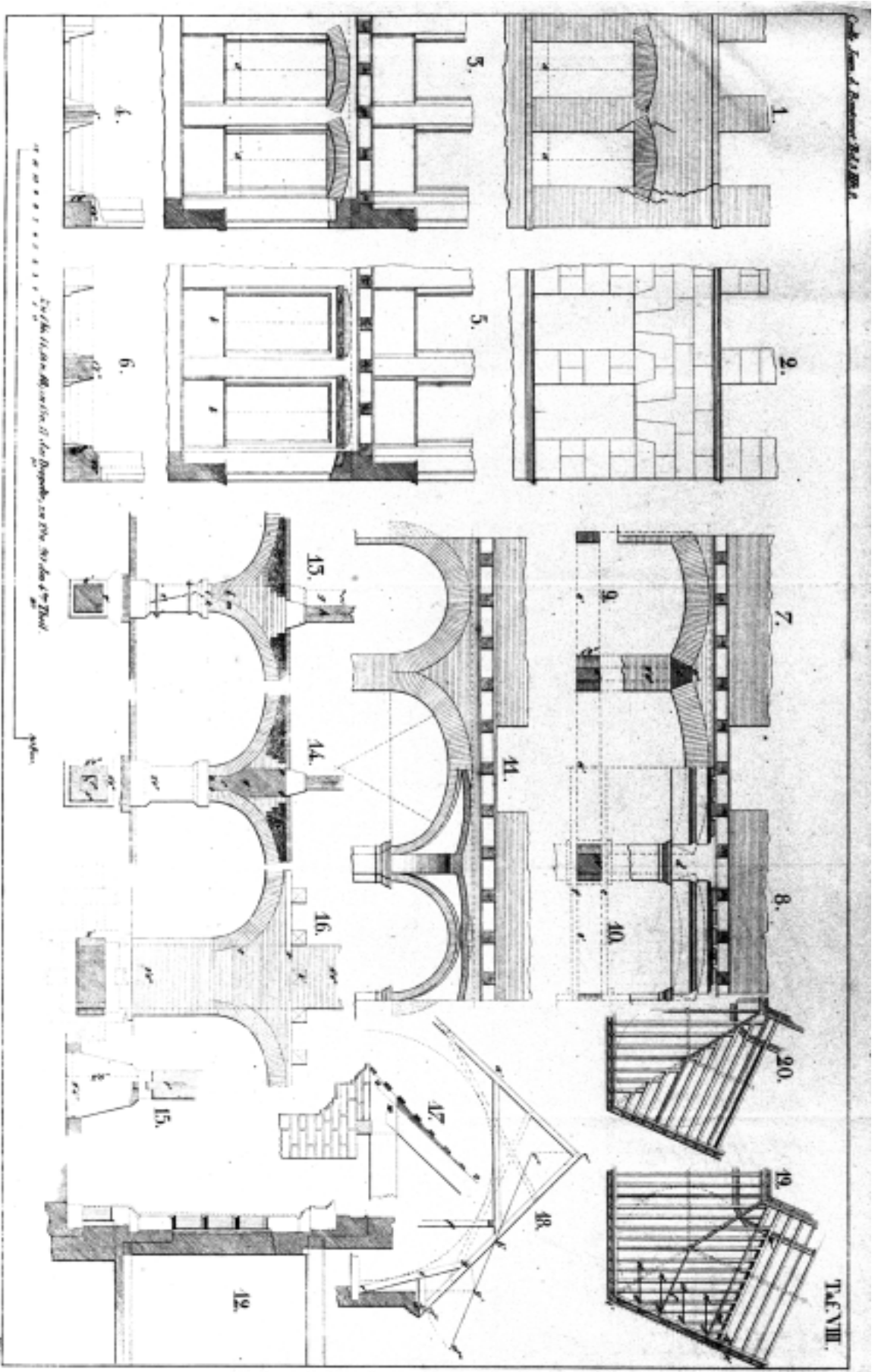


Abb. 88. Witting 1830. Tafel VIII. Bis in das 19. Jh. wurden freistehende Gebäude bis auf Ausnahmen, wie die Gebäude im Potsdamer Holländischen Viertel breiter als die übrigen Fensterpfeiler angelegt. Davon wurde zu Beginn des 19. Jh. abgewichen. Um Schäden in den schwächer ausgebildeten Eckpfeilern zu vermeiden wurden die Holzbalkendecken in Verbindung mit Eisenanker zur Aussteifung mit herangezogen.

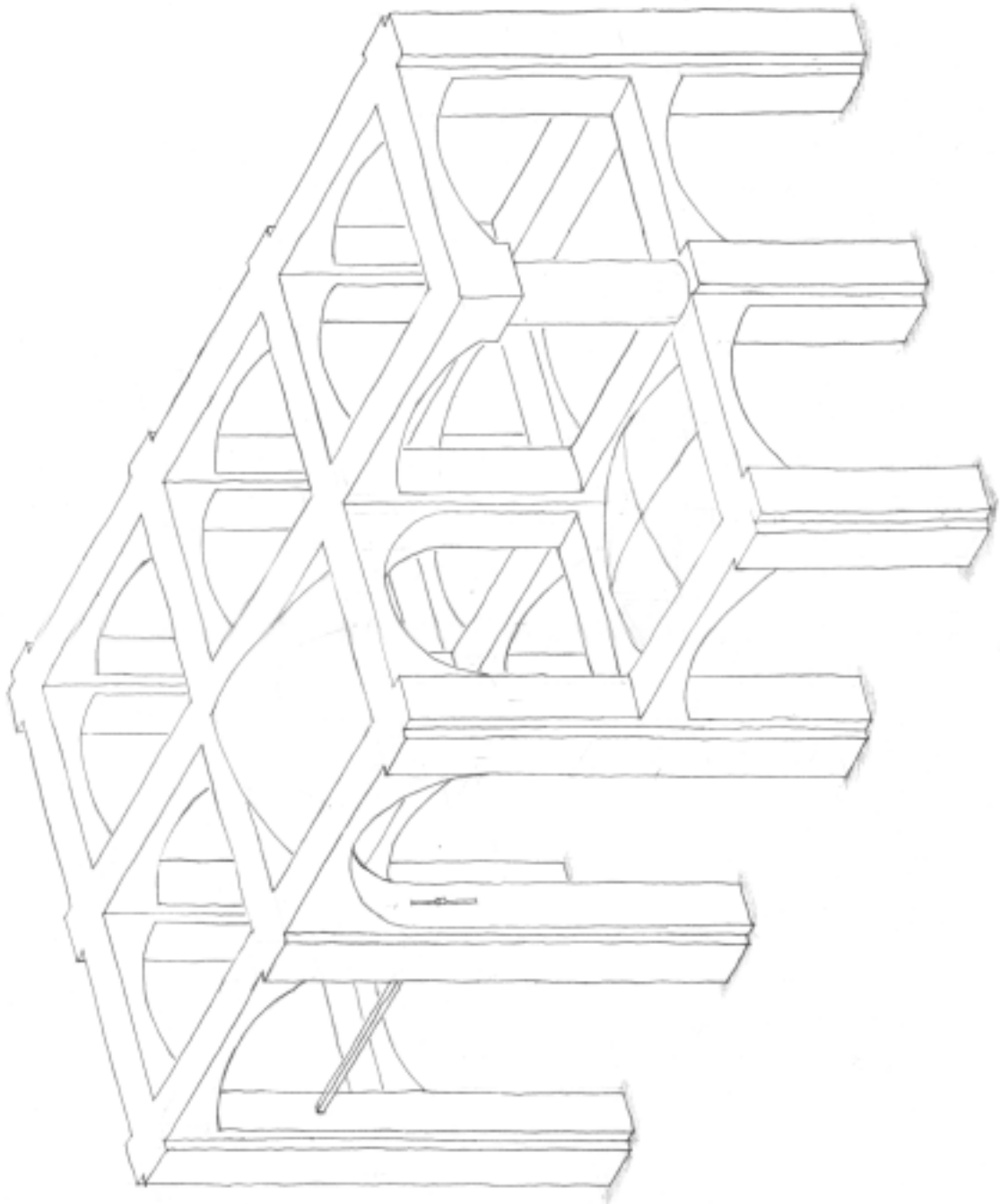


Abb.89 Skizze, Säulen, Pfeiler und Gebäudeecken wurden als Mauerteile durch Bogen oder horizontale Balken verbunden. In der Regel wurde auf einem viereckigen Raster ein räumliches Stützensystem mit einer gezielten Lastableitung in den Baugrund angelegt. Beispiele waren antike und gotische Bauwerke. Im 17. und 18. Jh. wurde das Stützensystem mit einem Knochengerüst verglichen. Das Stützensystem wurde mit Gewölben kombiniert, die sich leicht einbinden ließen. Bevorzugte Gewölbeformen waren Kreuzgewölbe, Kuppeln und Segmentbogentonnen.

4. MAUERN

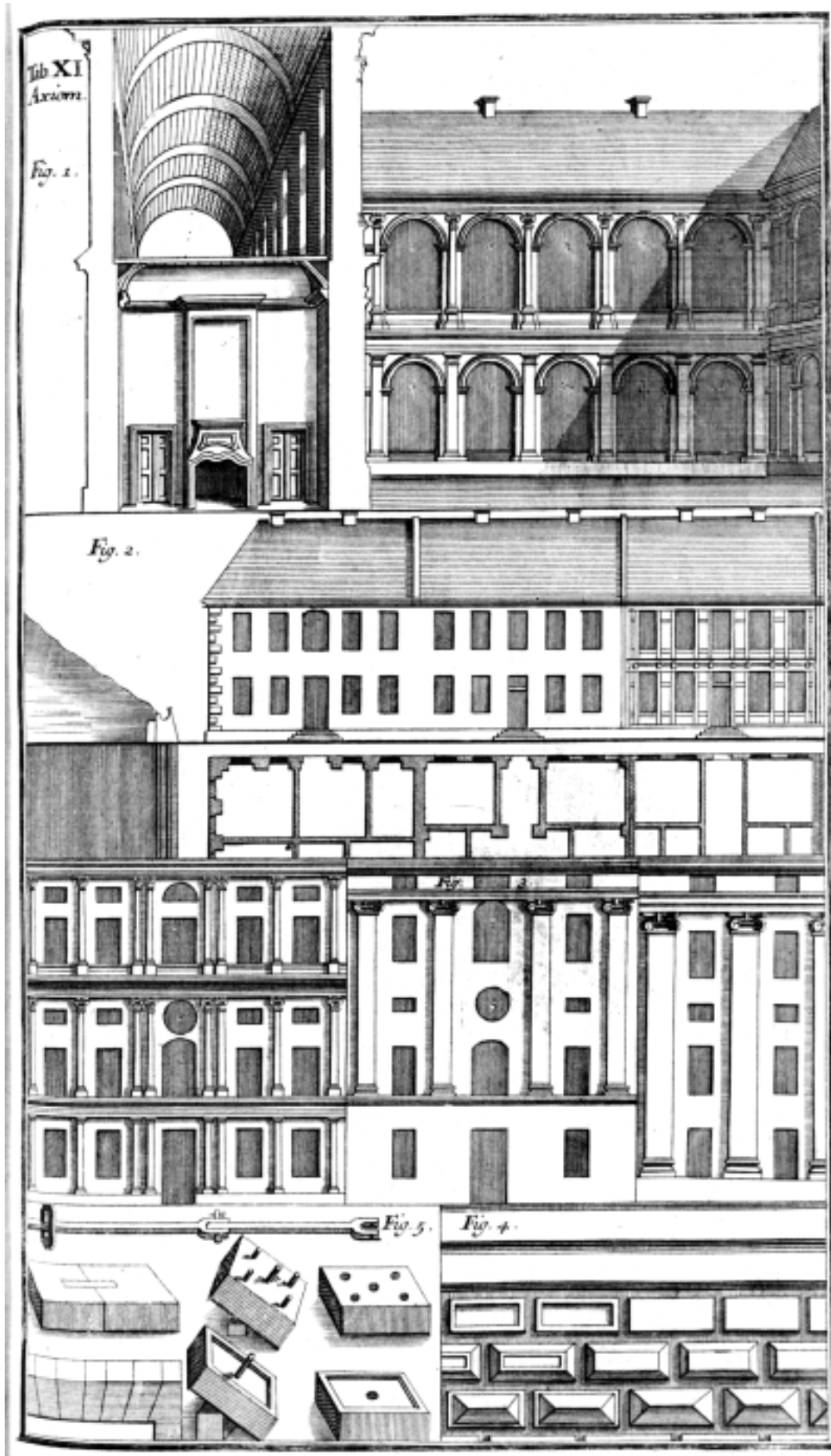


Abb.90 Goldmann 1721, Tafel XI. Um die Lastableitung nicht zu unterbrechen, wurden sowohl Stützen als auch Maueröffnungen in der Regel „wie Säulen“ übereinander angeordnet, unabhängig davon, ob die Öffnungen „voll oder leer“ waren.

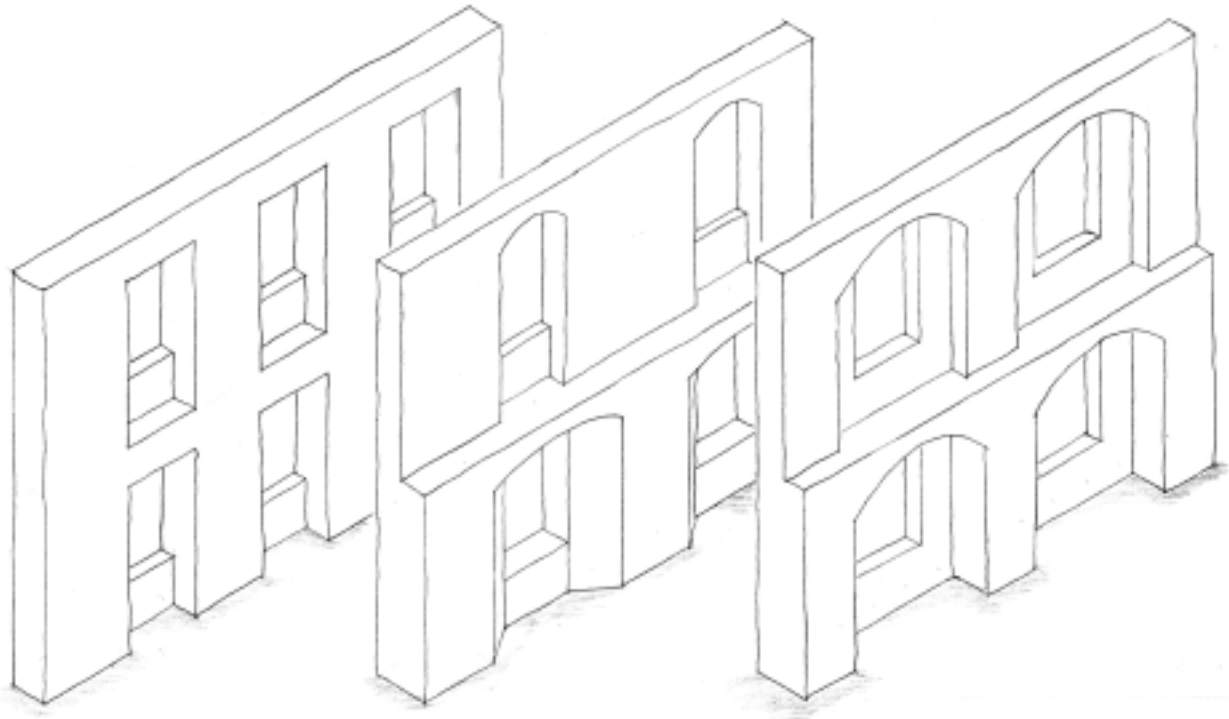


Abb.91 Skizze. Obwohl während des gesamten Untersuchungszeitraums nahegelegt wurde, den Öffnungsanteil der Wände für die Standsicherheit möglichst gering zu halten, herrschte dennoch die Tendenz vor, die Öffnungen größer und die Pfeiler schwächer anzulegen. Ausgehend von durchschnittlichen Gebäuden in Ziegelmauerwerk ausgeführt, wurden ab der Mitte des 18. Jh. gleiche Pfeiler- und Fensterbreiten angeregt. Ungeachtet statischer Überlegungen basierte die Festlegung der Fensterbreiten für Wohngebäude auf der Voraussetzung, dass „zwei Personen zugleich, bequem in einem Fenster liegen können“. Neben der Pfeilerbreite wurde ab dem letzten Drittel des 18. Jh. die größere Mauertiefe, der Einsatz festere Ziegel- und Mörtelqualitäten oder ein verzahnter Verband mit dreiviertel Quartieren als Maßnahmen angeführt die Standsicherheit zu gewährleisten. Dennoch blieb der Bezug zwischen Öffnungs- und Pfeilerbreite bestimmend. Seitlich wurden die Fensterpfeiler durch die Fensterleibung und ggf. einen Anschlag begrenzt. Die Fensterleibung, die auch als „Schaft“, „Fensterschmiege“, „Geläuf“ oder „Embrasure“ bezeichnet wurde, war während des gesamten 18. Jh. als sogenannte Schmiege häufig abgeschrägt, d.h. die Maueröffnung wurde nach innen größer (Figur 2). Schräg ausgebildete Fensterleibungen benutzte man, um innen angeschlagene Fenster leichter öffnen zu können und um die Raumbelichtung zu verbessern. Ebenso stellte die Schmiege eine Materialersparnis dar. Ein wesentliches Motiv, weshalb Schmiegen bis in das 19. Jh. eingesetzt wurden, waren deren gestalterische Wertschätzung, obwohl die schräge Fensterleibung bereits als ab der Mitte des 18. Jh. zum Teil keine gestalterische Notwendigkeit mehr darstellte. Der Pfeilergrundriss verringerte sich infolge der Schmiegen beträchtlich. Die enorme Grundrissreduzierung führte ab der Mitte des 18. Jh. zu einer ernst zunehmenden Gefährdung der Standsicherheit, weshalb die Schräge so minimal wie nur möglich, wenn überhaupt, angelegt werden sollte. Schon wegen der zeit-, material- und damit kostensparenden Herstellung gerader Fensterleibungen wurden schräge Fensterleibungen um 1800 verstärkt nur noch zur notwendigen Belichtung tiefer Mauerstärken in unteren Geschossen als erforderlich erachtet.

4. MAUERN

Abb.92 Waisenhaus (1675) Oranienburg, im Landkreis Oberhavel.



RAUMBEGRENZENDER MAUERTEIL

Einhergehend mit dem räumlichen Stützensystem fanden auch die Felder oder Zwischenmauern zwischen den einzelnen Mauerstützen ab dem letzten Drittel des 18. Jh. größere Beachtung. Die nur begrenzenden aber nicht belasteten Mauerteile⁴³⁷ wurden mit einer Vielzahl von Begriffen wie „Schildmauer“⁴³⁸, „Ausfüllung“⁴³⁹, „Einschließung“⁴⁴⁰, „Zwischenfelder“⁴⁴¹, „Füllung“ oder „Bünde“⁴⁴² hervorgehoben. Gleichzeitig wurden die Zwischenfelder danach unterteilt, ob sie als durchbrochene Wände⁴⁴³ offen (a Jour)⁴⁴⁴ oder zugesetzt waren.⁴⁴⁵ Entsprechend wurden „Leere Theile“⁴⁴⁶ und „dichte Massen“⁴⁴⁷ oder „offene“ und „geschlossene Bünde“⁴⁴⁸ gegenüber gestellt. Die Stützen zwischen zwei offenen Zwischenfeldern definierten sich dann als „freistehende Stützen“⁴⁴⁹.

Um die Lastabtragung nicht zu unterbrechen, lag es nah sowohl Stützen als auch Maueröffnungen in der Regel „wie Säulen“⁴⁵⁰ übereinander anzuordnen,⁴⁵¹ unabhängig davon, ob die Öffnungen „voll oder leer“⁴⁵² waren (Abb. 90). Obwohl während des gesamten Untersuchungszeitraums nahegelegt wurde, den Öffnungsanteil der Wände für die Standsicherheit möglichst gering zu halten,⁴⁵³ herrschte dennoch die Tendenz vor, die Öffnungen größer und die Pfeiler schwächer anzulegen. Ausgehend von durchschnittlichen Gebäuden in Ziegelmauerwerk ausgeführt, wurden ab der Mitte des 18. Jh. gleiche Pfeiler- und Fensterbreiten angeregt.⁴⁵⁴ Ungeachtet statischer Überlegungen basierte die Festlegung der Fensterbreiten für Wohngebäude auf der Voraussetzung, dass „zwei Personen zugleich, bequem in einem Fenster liegen können“⁴⁵⁵. In der zweiten Hälfte des 18. Jh. und frühen 19. Jh. wurden Richtbreiten für Pfeiler und Fenster angegeben (3 Fuß 3 Zoll bis 4 Fuß⁴⁵⁶ (ca. 101,4 bis 125,6 cm), als Mittelwert zur Fassadengliederung wurden 3 Fuß 6 Zoll⁴⁵⁷ (ca. 109,2 cm) festgelegt) (Abb. 91 u. 92).

Neben der Pfeilerbreite wurde ab dem letzten Drittel des 18. Jh. die größere Mauertiefe, der Einsatz festere Ziegel- und Mörtelqualitäten oder ein verzahnter Verband mit dreiviertel Quartieren als Maßnahmen angeführt die Standsicherheit zu gewährleisten.⁴⁵⁸ Dennoch blieb der Bezug zwischen Öffnungs- und Pfeilerbreite bestimmend. So sollten bei Öffnungsbreiten von dreieinhalb Fuß (ca. 109,9 cm) die Pfeiler nicht schmaler ausfallen,⁴⁵⁹ während bei Fensterbreiten zwischen vier bis fünf Fuß (ca. 125,6 bis 157,0 cm) die Pfeilerbreite wenigstens vier Fuß⁴⁶⁰ (ca. 125,6 cm) betragen sollte. Seitlich wurden die Fensterpfeiler durch die Fensterleibung und ggf. einen Anschlag begrenzt. Die Fensterleibung, die auch als „Schaft“⁴⁶¹, „Fensterschmiege“⁴⁶², „Geläuf“⁴⁶³ oder „Embrasure“⁴⁶⁴ bezeichnet wurde, war während des gesamten 18. Jh. als sogenannte Schmiege⁴⁶⁵ häufig abgeschrägt,⁴⁶⁶ d.h. die Maueröffnung wurde nach innen größer. Schräg ausgebildete Fensterleibungen benutzte man, um innen angeschlagene Fenster leichter öffnen zu können⁴⁶⁷ (vgl. S. 218 ff.) und um die Raumbelichtung zu verbessern. Ebenso stellte die Schmiege eine Materialersparnis dar.⁴⁶⁸ Ein wesentliches Motiv, weshalb Schmiegen bis in das 19. Jh. eingesetzt wurden,

ches Motiv, weshalb Schmiegen bis in das 19. Jh. eingesetzt wurden, waren deren gestalterische Wertschätzung,⁴⁶⁹ obwohl die schräge Fensterleibung bereits als ab der Mitte des 18. Jh. zum Teil keine gestalterische Notwendigkeit mehr darstellte.⁴⁷⁰ Der Pfeilergrundriss verringerte sich infolge der Schmiegen beträchtlich. Beispielsweise wurde in der Mitte des 18. Jh. ein Fensterpfeiler mit einer äußeren Breite von viereinhalb Fuß (ca. 141,3 cm) angegeben, während die innere Breite nur noch zweieinhalb Fuß⁴⁷¹ (ca. 78,5 cm) betrug. Die enorme Grundrissreduzierung führte ab der Mitte des 18. Jh. zu einer ernst zunehmenden Gefährdung der Standsicherheit,⁴⁷² weshalb die Schräge so minimal wie nur möglich, wenn überhaupt, angelegt werden sollte.⁴⁷³ Schon wegen der zeit-, material- und damit kostensparenden Herstellung gerader Fensterleibungen⁴⁷⁴ wurden schräge Fensterleibungen um 1800 verstärkt nur noch zur notwendigen Belichtung tiefer Mauerstärken in unteren Geschossen⁴⁷⁵ als erforderlich erachtet.

Als Kraft leitende Stützen bekamen sowohl die Fensterpfeiler profaner und sakraler Bauwerke als auch die Pfeiler landwirtschaftlicher Nutzbauten mit den dazwischen gesetzten Holz- und Lehmfeldern ein hoher Stellenwert zu.⁴⁷⁶ Neben der Mauerauflösung in Last ableitende Stützen wurde einzelnen Wandscheiben, unabhängig davon, ob es sich um Außen- oder Innenwände handelte, eine Tragfunktion zugeschrieben.⁴⁷⁷

DURCH BOGEN VERBUNDENE STÜTZEN

Um Stützen und Wände zur Kraftabtragung einsetzen zu können, war eine ungestörte Abtragung in den Baugrund sicherzustellen, wozu entweder die Stützen oder Wände übereinander angeordnet wurden⁴⁷⁸ oder die Lasten durch Streben, Bogen,⁴⁷⁹ Spannträger⁴⁸⁰ oder Hängewerkkonstruktionen⁴⁸¹ umgelenkt wurden. Verstärkt wurden Vertikallasten aus Unterzügen, Decken, Fußböden, zusätzlichen Mauern oder Dachwerken zur Kraftumlenkung seitlich strebender Kräfte mit herangezogen,⁴⁸² indem beispielsweise zusätzlich schwere Steine über den Gewölbeauflagern aufgeschichtet wurden oder die Gewölbeauflager unter den Außenwänden angelegt wurden.⁴⁸³ Gleichzeitig erfolgte während des 18. Jh. eine stärkere Abstimmung zwischen einwirkenden Lasten und der konstruktiven Ausführung dadurch, dass beispielsweise bei einfachen ländlichen Gebäuden auf schwerere Ziegeldächer verzichtet wurde, da wegen der größeren Lasten breitere Mauern kostenintensiver geworden wären⁴⁸⁴. Zudem existierte ein großer ökonomischer Reiz in der konstruktiven Mauerauflösung in kraftleitende Pfeiler, da sich ohne Einschränkung der Standsicherheit⁴⁸⁵ bis zur Hälfte des sonst notwendigen Mauervolumens einsparen ließ.⁴⁸⁶

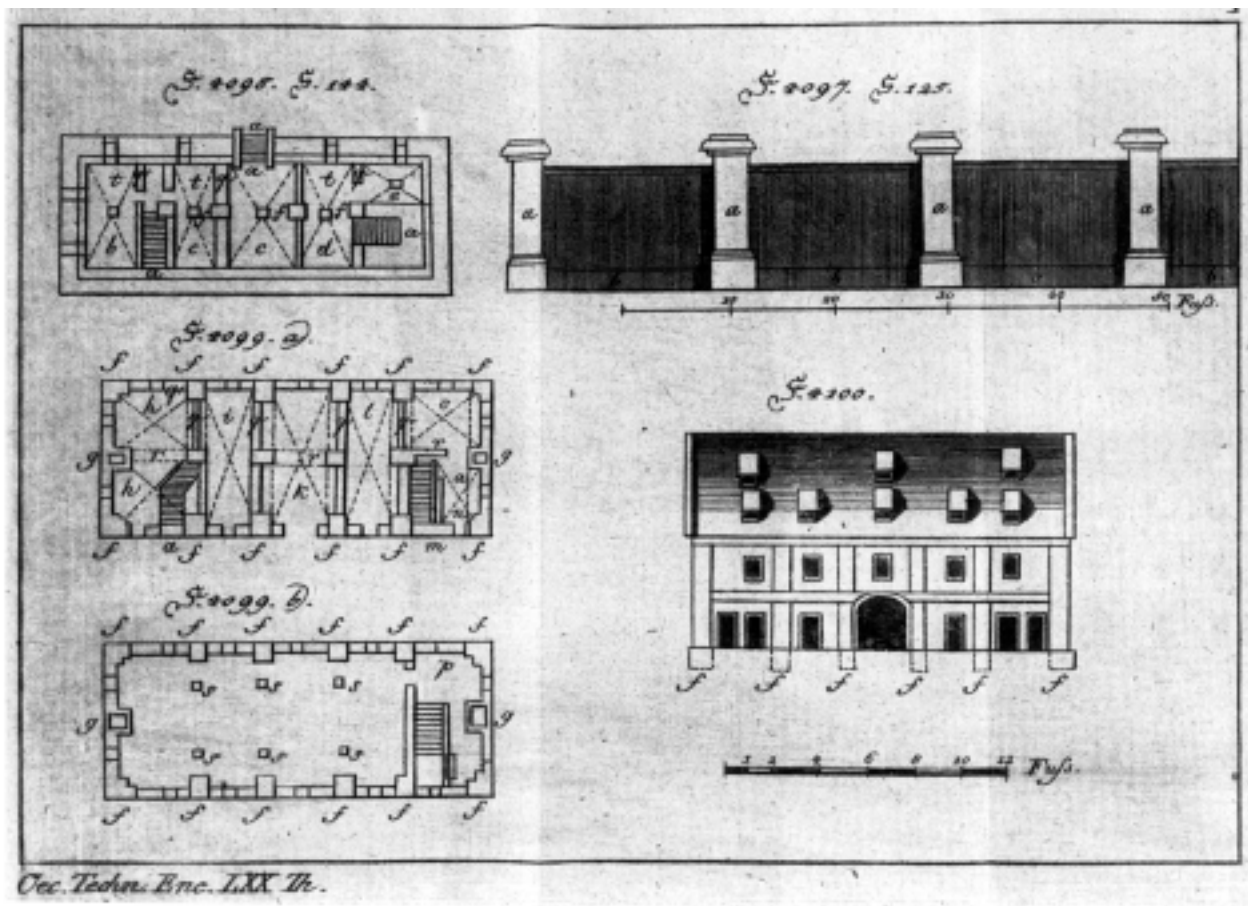


Abb.93 Krünitz, 1796. Tafel 4. Die Mauer wurde aufgelöst in aussteifende bzw. tragende Pfeiler und begrenzend bzw. unterteilende Mauerelemente. Einhergehend dazu wurden für die tragenden Pfeiler hochwertiger Ziegel und die begrenzenden Wände aus preiswerterem Material erstellt.

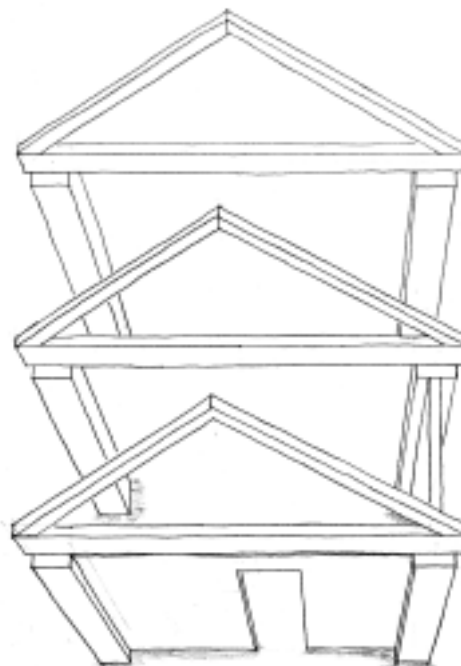


Abb.94 Skizze, die Wandkonstruktion wird in tragenden Stützen und ausschließlich raumbegrenzende Wandscheiben aufgelöst. Die Dachkonstruktion und die tragenden Stützen sind auf ein Rastersystem abgestimmt, wodurch der Gebäudeausbau vorzeitig unter einem regensicheren Dach erfolgen konnte.

4. MAUERN



Abb.95 Magazinegebäude in Wriezen (Ende 18. Jh.), Landkreis Märkisch Oderland. Ansicht, Um Material einzusparen und dennoch die Standsicherheit zu gewährleisten wurde die Speicherwand als „gebrochene Mauer“ mit gezielten Querschnittsverstärkungen angelegt.



Abb.96 Schmiedeberg, Gutsscheune (erste Hälfte 19. Jh.) in Schmiedeberg Landkreis Uckermark, Amt Angermünde-Land, die freistehende Gebäudeecke wurde als belastbarer Ziegelpfeiler ausgebildet, während das angrenzende, weniger beanspruchte Mauerwerk aus Lehmputzen errichtet wurde.

MAUERSTÜTZEN ALS ÖKONOMISCHE STABILE GEBÄUDEKONSTRUKTION

Größere Beachtung fand eine Mauerkonstruktion von Karl Sylvius von Goldfuß, der 1774 eine Gartenmauer aus Mauerpfeilern entwickelte hatte.⁴⁸⁷ Im Abstand von sechszehn Fuß (ca. 502,4 cm) ließ er gegründete Ziegelpfeiler⁴⁸⁸ als Schalenmauerwerke errichten, die mit Lehm verfüllt waren und in regelmäßigen Abständen mit Ziegelschichten unterbrochen wurden⁴⁸⁹ (Abb. 93 u. 94). Die Seitenlänge der quadratischen Pfeilergrundrisse betrug zwei Fuß⁴⁹⁰ (ca. 62,8 cm), während die Zwischenwandbreite eineinhalb Fuß (ca. 47,1 cm) maß und mit Lehmpatzen hergestellt wurde. Die Pfeiler standen beidseitig mit je drei Zoll⁴⁹¹ (ca. 7,8 cm) vor. Die Wandpfeilerkonstruktion der Gartenmauer übertrug Goldfuß 1779 auf die Außenwände eines einfachen Wohngebäudes.⁴⁹² Zuerst wurden in den Gebäudeecken und in den Schnittpunkten von Außen- und Innenwand tragende Ziegelpfeiler errichtet,⁴⁹³ die durch die aufliegende Dachkonstruktion miteinander verbunden waren.⁴⁹⁴ Begünstigt durch das vorzeitig fertiggestellte Dach konnte der weitere Ausbau mit begrenzenden Lehmpatzenwände unabhängig von der Witterung erfolgen.⁴⁹⁵

Die größere Beachtung dieses Versuchsbaus basierte nicht zu letzt auf der praktisch, konstruktiven Umsetzung der während des 18. Jh. diskutierten Kraftbündelung in den Mauern. Die Mauer war sowohl in Materialwahl,⁴⁹⁶ Mauerstärke, Lastzuordnung und Abtragung vom Dach in den Baugrund⁴⁹⁷ und klar in Last leitende Wandpfeiler und Raum begrenzende Wandteile differenziert.⁴⁹⁸

Die in Pfeiler aufgelösten Mauern erhielten während der zweiten Hälfte des 18. Jh. vor allem für Scheunen, Ställe und stark Last tragenden Gebäuden wie Magazinen oder Speichern⁴⁹⁹ und technischen Bauwerken, wie Brücken⁵⁰⁰ einen hohen konstruktiven und ökonomischen Stellenwert (Abb. 95).

Ein Beispiel für die konstruktive Umsetzung der in Pfeiler aufgelösten Wände stellte die sogenannte „böhmische“⁵⁰¹ Scheune dar, die in der Mark ab den 80er Jahren des 18. Jh. verstärkt eingesetzt wurde.⁵⁰² Die begrenzenden Außenwände der Scheune waren durch Ziegelpfeiler und Zwischenwände aus Flechtwerk, Bohlen-, Bretterwänden oder Lehm- bzw. Lehmsteinfüllungen gekennzeichnet.⁵⁰³ Die Dachkonstruktion lag auf den Ziegelpfeilern. Vor allem aus ökonomischen Gründen wurden die in Pfeiler und begrenzende Wände aufgelösten Gebäude ab dem Ende des 18. Jh. für untergeordnete, vorwiegend eingeschossige landwirtschaftliche Nutzbauten, wie Kolonistenhäuser, Speicherbauten oder Stallungen⁵⁰⁴ als besonders prädestiniert angeführt. Entsprechend dem Goldfußschen Versuchsbau wurden diese Gebäude durch Last tragende Pfeiler in den Gebäudeecken und teilweise in den Schnittpunkten der Innen- und Außenwände⁵⁰⁵ angelegt. Die Pfeiler beschränkten sich jedoch auch nur auf die Gebäudeecken⁵⁰⁶ oder, wie in dem Beispiel des zweigeschossigen Scheunen- und Stallgebäudes der Gutsanlage in Schmiedeberg (erste Hälfte 19. Jh.), Land-

kreis Uckermark, Amt Angermünde-Land, auf eine Gebäudeecke, während die übrigen Wände nur aus Lehmputzen errichtet worden waren (Abb. 96).

Die Pfeiler sollten in der Regel mit Breiten von etwa eineinhalb Steinlängen⁵⁰⁷ in Ziegeln oder vergleichbar festen Steinen⁵⁰⁸ ausgeführt werden. Als ökonomisch besonders vorteilhaft galten Zwischenwände aus Lehm-⁵⁰⁹ oder, seltener, gebrochenen Natursteinen.

Verursacht durch das unterschiedliche Schwindverhalten traten zwischen Ziegelpfeilern und Lehmwänden regelmäßig Risse auf, weshalb in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. Lehmfüllungen zu Gunsten von Ziegelmauerwerken wieder aufgegeben wurden.⁵¹⁰ Pfeiler und Zwischenwand wurden nun weitgehend in einem einheitlichen Verband ausgeführt,⁵¹¹ so dass bei diesen Bauwerken auf die Pfeilverbindung durch Anker oder Bogen zum Teil verzichtet wurde.⁵¹² Entsprechend der ihnen beigemessenen Bedeutung wurden die Wandpfeiler Anfang des 19. Jh. als „Trägerstiele“⁵¹³ oder „Tragsäulen“⁵¹⁴ bezeichnet, womit sie in ihrer Funktion mit den hölzernen Stützen gleichgesetzt waren. Bevorzugt wurden rechteckige oder quadratische Stützen, da diese bezogen auf den Durchmesser eine größere statisch vorteilhafter Grundfläche besaßen.⁵¹⁵

Die stabilisierende Wirkung der durch Bogen, hölzerner Anker, Stürze oder verbindende Mauerscheiben untereinander verbundenen Mauerpfeiler⁵¹⁶ fand ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. mehr Berücksichtigung. Dabei wurden Mauerpfeiler sowohl im Erdreich⁵¹⁷ als auch bei großen Höhen oder bei größeren Krafteinwirkungen stabilisierend verbunden.⁵¹⁸ Je ungleichmäßiger die Lastenwirkungen auf die einzelnen Pfeiler waren, desto unerlässlicher war die Pfeilverbindung.⁵¹⁹

Besonders die durch Bogen miteinander verbundenen Mauerpfeiler waren eine alte sowohl im Mittelalter als auch im 16. und 17. Jh. geschätzten, stabilen Mauerkonstruktion. Sie wurde vornehmlich für Stadt- und andere Befestigungsmauern,⁵²⁰ wie die Stadtmauern in Potsdam oder Neuruppin genutzt (Abb. 97). Ebenso wurde die Anwendung der in Pfeiler-Bogen aufgelösten Wände auf mittelalterliche und neuzeitliche Gebäudemauern, wie der nachbarlichen Grenzwände übertragen,⁵²¹ wie bei den Außenwänden des Pallas der Burg Storkow (vermutlich 17. Jh.).

In einigen Regionen Deutschlands, beispielsweise in Sachsen, waren in Stützen und Bogen aufgelöste Mauerscheiben mit sogenannten „Schildern“⁵²² als Sparnischen und Raumvergrößerung während des 18. Jh. durchgängig bekannt. Ebenso traf man sie in Augsburg und Umgebung an, wo sie wegen der geringeren Mauerstärke für die oberen Geschossmauern eingesetzt wurden.⁵²³ In anderen Regionen, beispielsweise in Braunschweig und Umgebung, waren Pfeiler-Bogen-Konstruktionen Ende des 17. Jh. weitgehend unbekannt.⁵²⁴ Auch in der Mark waren Pfeiler-Bogen-Konstruktionen während der ersten Hälfte des 18. Jh. selten. Nur sehr vereinzelt wurden Bogen in die Mauer einbezogen, wie für die Querwand im Erdgeschoss der großen Stadtschule (1738/39), Friedrich-Ebert-Straße 17 in Potsdam. Zweifelhaft



Abb.97 Neuruppin, Teilstück der Stadtmauer in Neuruppin, Landkreis Ostprignitz Ruppin. Die Mauer ist konstruktiv aufgelöst in Stützpfeiler, die durch Bogen stabilisierend verbunden sind.



Abb.98 Speicher (um 1765), Groß Kreutz, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Groß Kreutz, innen waren die Außenwände in beiden Geschossen als Pfeiler und Bogen ausgebildet. Die verbindenden Bogen waren sehr stark gedrückt und nahezu horizontal. Die im Verband ausgeführten Ziegelbogen waren eineinhalb Steinlängen hoch. Bemerkenswert ist die geringe Breitendifferenz von einer halben Steinlänge zwischen Pfeiler und Zwischenmauer. Zudem fällt auf, dass die Pfeiler-Bogen-Konstruktion nicht mit dem Raster der hölzernen Stützen und der Deckenbalkenlage übereinstimmen. Die gleichmäßige Decken- und Dachbalkenlage lagen wie bei einer Mauerscheibe auf einem Mauerrücksprung. Die Mauerpfeiler wurden bei diesem Beispiel nicht für eine gezielte Lastableitung in Anspruch genommen.

4. MAUERN



Abb.99 Außenansicht, ehemalige Gutsscheune in Klein Kreutz (um 1820), Brandenburg, Dem Gebäude liegt ein Rastergrundriss zu Grunde, auf den sowohl die Außenwände mit ihren Mauerpfeilern, als auch die inneren Holzstützen und das Dachwerk abgestimmt sind.



Abb.100 Innenansicht, ehemalige Gutsscheune in Klein Kreutz (um 1820), Brandenburg

ist jedoch, ob in diesem Beispiel auch tatsächlich eine konstruktive Mauerauflösung beabsichtigt war.

Die konstruktiven und ökonomischen Vorzüge einer in eine Pfeiler-Bogen-Konstruktion aufgelösten Mauer wurden Ende des 17. Jh. und in der ersten Hälfte des 18. Jh.⁵²⁵ sehr deutlich hervorgehoben, so dass davon auszugehen ist, dass diese Konstruktion auf breiteres Interesse gestoßen war. Dafür spricht beispielsweise die bauliche Umsetzung bei dem zweigeschossigen Speicher der Gutsanlage in Groß Kreutz (um 1765), Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Groß Kreutz (Abb. 98). Die aus Ziegeln errichteten Speicheraußenwände waren äußerlich eben und verputzt. Innen war jedoch jedes Geschoss als Pfeiler-Bogen-Konstruktion ausgebildet. Die verbindenden Bogen waren sehr stark gedrückt und nahezu horizontal. Die im Verband ausgeführten Ziegelbogen waren eineinhalb Steinlängen hoch. Bemerkenswert ist die geringe Breitendifferenz von einer halben Steinlänge zwischen Pfeiler und Zwischenmauer. Zudem fällt auf, dass die Pfeiler-Bogen-Konstruktion nicht mit dem Raster der hölzernen Stützen und der Deckenbalken übereinstimmen. Die gleichmäßige Decken- und Dachbalkenlage lagen wie bei einer Mauerscheibe auf einem Mauerrücksprung. Die Mauerpfeiler wurden nicht für eine gezielte Lastabtragung in Anspruch genommen.

Im Vergleich der Mauerausführung des zeitnah errichteten Guthauses Groß Kreutz sowie des Speichers konnte nur im Speicher eine Pfeiler-Bogen-Konstruktion festgestellt werden, während das Gutshaus in herkömmlichen, innen abgestuften Mauerscheiben aufgebaut wurde. Es ist daher anzunehmen, dass in der Mark während der Mitte des 18. Jh. die Pfeiler-Bogen-Konstruktionen bzw. sämtliche Pfeilerkonstruktionen nur auf untergeordnete Bauwerke beschränkt blieben. Dafür spricht, dass erst Ende des 18. Jh. eine Anwendung der Mauerkonstruktion über die landwirtschaftlichen Nutzbauten hinaus zur Platz- und Materialeinsparung auch für Mittelwände von Wohnbauten empfohlen wurde.⁵²⁶

STÜTZENRASTER ALS NEUES KONSTRUKTIONSSYSTEM DES 19. JH.

Die konstruktive Umsetzung räumlicher Stützenraster bezog sich während des 18. Jh. in der Mark vorwiegend auf hölzerne Speicherbauwerke und in Stein ausgeführt auf Gebäudeteile, wie repräsentative Treppenhäuser (vgl. S. 49 ff.). In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde das räumliche Stützenraster konstruktiv wie an dem Beispiel der eingeschossigen Scheune in Klein Kreuz (um 1820), Kreis Brandenburg an der Havel, konsequent umgesetzt (Abb. 99 u. 100). Die Grundrisskonzeption basiert auf einem Stützenraster, in das konstruktiv sowohl die innere hölzerne Stützenkonstruktion, als auch die in eine Pfeiler-Bogen-Konstruktion aufgelöste Außenwand eingebunden war. Die Ziegelpfeiler der zwanzig Joche langen Scheune haben einen nahezu quadratischem Grundriss mit zweieinhalb Steinlängen als Breite. Breiter angelegt sind nur die Eckpfeiler der Scheune, aber auch die begleitenden

Pfeiler der Scheunentore. Nicht nur die Pfeiler, sondern auch die Zwischenmauern sind auf einer gemeinsamen Grundmauer errichtet, deren Breite sich beidseitig um eine halbe Steinlänge vergrößert. Die einzelnen Pfeiler sind durch gedrückte Bogen mit eineinhalb Steinlängen Höhe in der Breite der Ziegelpfeiler verbunden. Die Zwickel über den Bogen sind bis zum oberen Bogenscheitel aufgemauert und dienen als Auflager für die hölzerne Dachkonstruktion. Die Zwischenmauern in einer Breite von einer halben Steinlänge sind in einem Läuferverband im Achsverlauf der Mauer mittig errichtet. Jeweils auf den Pfeilern liegen Dachbalken, in die Wechsel eingezapft sind. In diese sind wiederum Stichbalken der Gespärre eingebunden.

Ein ebenfalls auf dieses Konstruktionssystem abgestimmtes Stützenraster lag dem Grundriss eines zwischen 1829 und 1830 in Berlin errichteten Exerzierhauses zu Grunde, das in Abbildung 101 dargestellt ist. Wie bei der Scheune in Klein Kreuz war die als Pfeiler-Bogen-Konstruktion aufgelöste Wand mit Decken- und Dachkonstruktion in ein konstruktives Raster eingebunden. Die Gebäudekonstruktion ist äußerlich durch einen als Läuferverband aufgetragenen Quaderputz verkleidet, während innen die konstruktiven Pfeiler-Bogen auch gestalterisch berücksichtigt wurden. Eine gleichartige Pfeiler-Bogen-Konstruktion wurde 1827/28 für eine Reithalle in der Alte Jakob Straße in Berlin-Mitte gewählt. Der Bauherr lehnte in diesem Fall die innen sichtbare Pfeiler-Bogen-Konstruktion ab.⁵²⁷

Alternativ zu der in eine Pfeiler-Bogen-Konstruktion aufgelösten Mauerscheibe wurden auch Mauerstützen verbunden durch hölzerne oder eiserne Anker auf Stützenraster übertragen. Die in Raster angeordneten Stützen stellten in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. eine konstruktive Herausforderung dar, weshalb zur Optimierung beispielsweise landwirtschaftliche Versuchsbauten, als sogenannte „Quadrathohlbauten“⁵²⁸ 1833 auf den herzoglichen Domänen in Sorge und Baasdorf im damaligen Herzogtum Anhalt-Köthen angelegt wurden (Abb. 102). Dabei wurden gemauerte Pfeiler durch Bogen mit einander verbunden. Als Zwischenwände dienten Brett-, Fachwerk- oder Lehmsteinwände.⁵²⁹

GEWÖLBTE STÜTZENRASTER

Gewölbte Stützenraster, vorrangig solche, denen ein Quadrat als Modul zu Grunde lag, genossen während des 17. und 18. Jh. nicht zuletzt wegen ihrer repräsentativen Möglichkeiten hohe Wertschätzung (Abb. 103). Unter Hinweis auf die Vorbildfunktion Palladios wurden einerseits kuppelartige Gewölbe,⁵³⁰ auf vier Stützen gestellte Flachgewölbe, sogenannte „Schildkrötenpanzer“⁵³¹, (vgl. S. 319 ff.) angeführt, wie sie vor allem in Böhmen, Schlesien und Niederösterreich verbreitet waren.⁵³² Andererseits wurde das Kreuzgewölbe wegen seiner angenommenen Lastabtragung in den vier Ecken während des 17., 18. und 19. Jh. das bevorzugte Gewölbe, das in ein Stützenraster einbezogen wurde.⁵³³ Die verbindenden Bo-

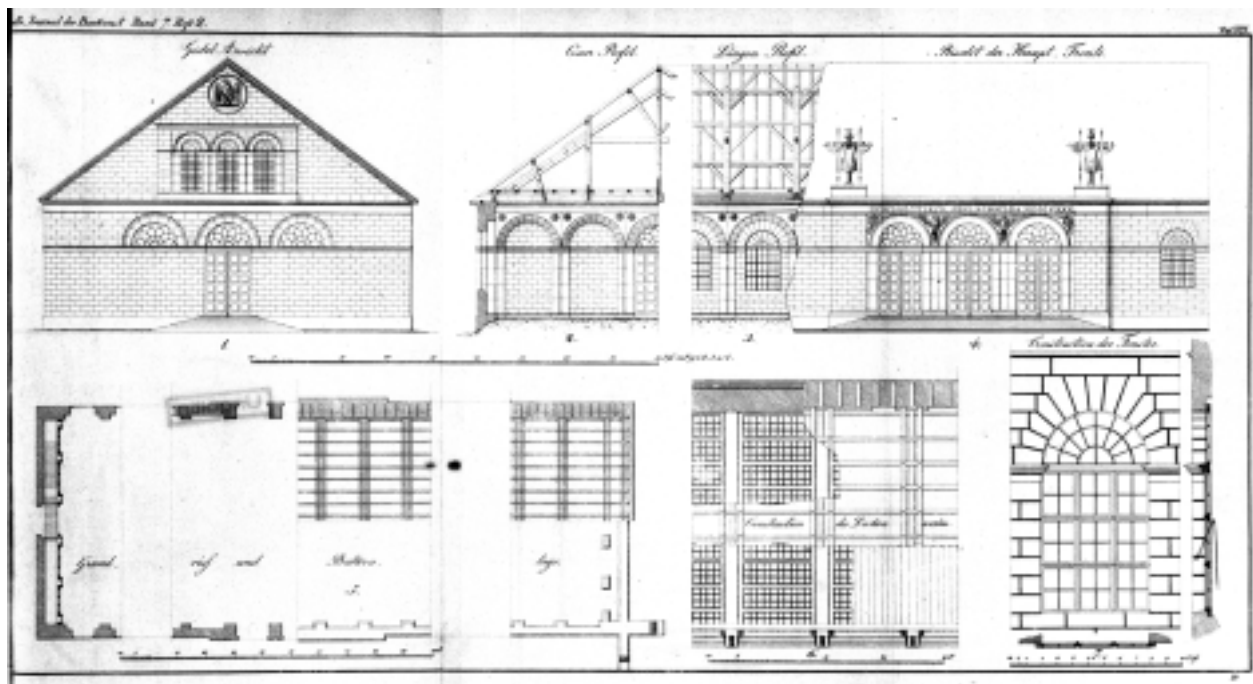


Abb.101 Hampel, 1834. Tafel VII., Exercier-Haus (1829/30) in Berlin.

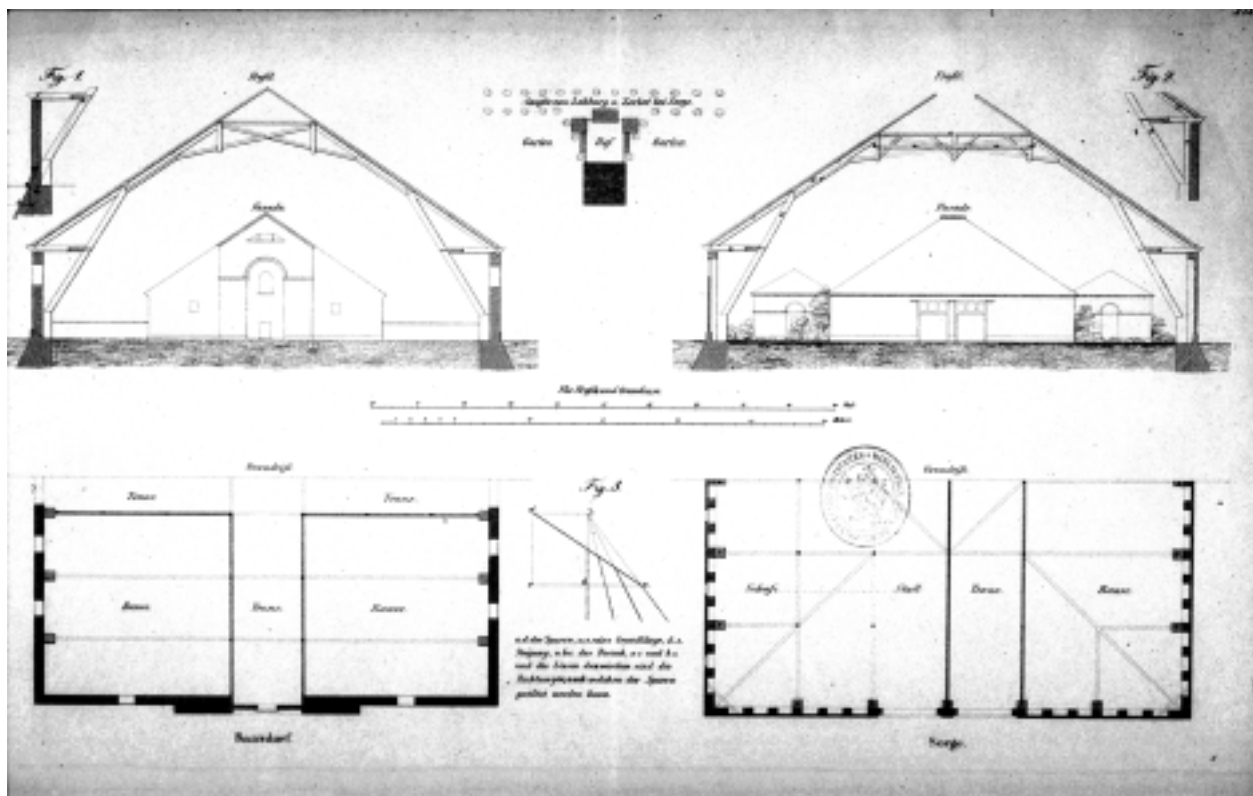


Abb.102 Bandhauer, 1836. Tafel XIX., sogenannte Quadrathohlbauten im ehemaligen Herzogtum Anhalt-Köthen wurden optimiert auf einem quadratischen Rastergrundsiss Stützenraster angelegt. Die einzelnen Stützen waren entweder als Pfeiler-Bogen-Konstruktion, aufgelöste Mauerstiebe oder auch als Mauerstützen verbunden durch hölzerne oder eiserne Anker angelegt. Als Zwischenwände dienten Brett-, Fachwerk- oder Lehmsteinwände.

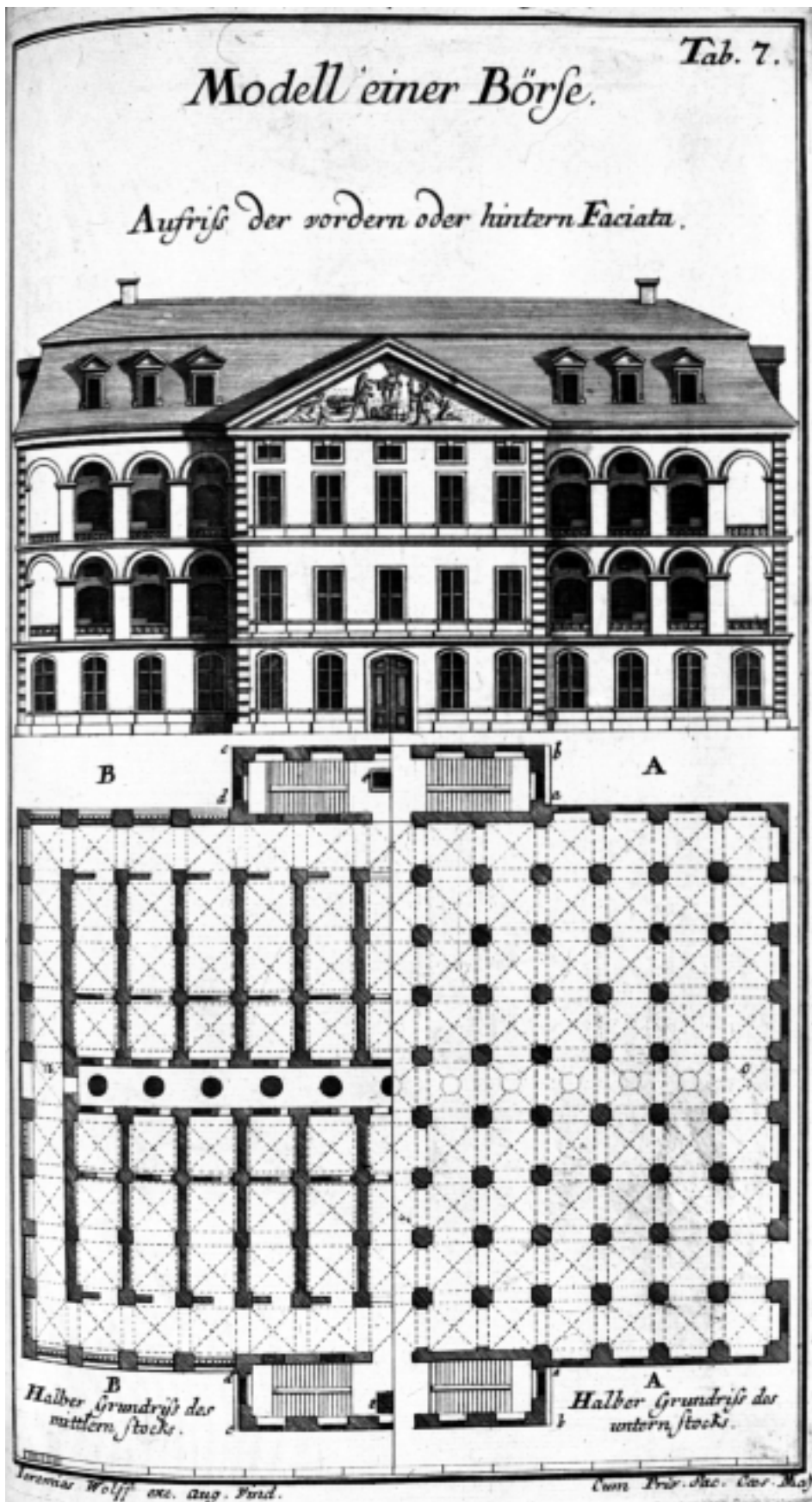


Abb.103 Sturm 1718. Tafel 7. Gewölbte Stützenraster, vorrangig solche, denen ein Quadrat als Modul zu Grunde lag, genossen während des 17. und 18. Jh. nicht zuletzt wegen ihrer repräsentativen Möglichkeiten hohe Wertschätzung. Unter Hinweis auf die Vorbildfunktion Palladios wurden einerseits kuppelartige Gewölbe, auf vier Stützen gestellte Flachgewölbe, sogenannte „Schildkrötenpanzer“. Andererseits wurde das Kreuzgewölbe wegen seiner angenommenen Lastableitung in den vier Ecken während des 17., 18. und 19. Jh. das bevorzugte Gewölbe, das in ein Stützenraster einbezogen wurde. Die verbindenden Bogen, die gleichzeitig die Wölbung begrenzten, waren sowohl Halbkreis- als auch Spitz- und Segmentbogen. Die Seitenlänge der gewölbten Raster wurden bis in das 19. Jh. mit sechs- bis zwanzig Fuß (ca. 5,02 bis 6,28 m) angegeben.

gen, die gleichzeitig die Wölbung begrenzten, waren sowohl Halbkreis-⁵³⁴ als auch Spitz- und Segmentbogen.⁵³⁵ Die Seitenlänge der gewölbten Raster wurden bis in das 19. Jh. mit sechzehn bis zwanzig Fuß⁵³⁶ (ca. 5,02 bis 6,28 m) angegeben (vgl. S. 329 ff.).

Während die Kreuzgewölbe während des gesamten Untersuchungszeitraums in der Mark, wenn auch nicht häufig, in Raster eingebunden waren, so fanden auf ein quadratisches Grundrissraster übertragene Flachkuppelwölbungen hier erst ab den 40er Jahren des 19. Jh. größere Beachtung⁵³⁷ (vgl. S. 329 ff.).

Meist in Rechteckraster eingebunden avancierten die „Gurt- und Kappengewölbe“⁵³⁸, wie in Abbildung 187, Figur 87 A angeführt, hier in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zur wichtigsten Wölbung profaner Bauwerke schlecht hin.⁵³⁹ Die Konstruktion der Gurt- und Kappengewölbe setzte sich aus einer flachen Segmentbogentonne zusammen, die auf zwei Gurtbogen lag. Die durchschnittliche Gewölbeweite, bzw. der Achsabstand der Gurtbogen betrug zwischen fünf und zehn Fuß⁵⁴⁰ (ca. 157,0 und 314,0 cm). Die durchschnittliche Gewölbelänge und damit auch das Achsenraster erstreckte sich meist zwischen vierzehn und fünfzehn Fuß⁵⁴¹ (ca. 439,6 und 471,0 cm). An den Stirnseiten wurde das Raster in der Regel durch Außen- und Mittelwand begrenzt (vgl. S. 343 ff.).

Die Gewölbekonstruktion der Gurt- und Kappengewölbe wurde in Kombination zusätzlich eingeführter Ankersysteme für oberirdische Geschosswölbungen in das Stützenraster der Berliner Bauakademie / Bauschule übertragen, die von 1831 bis 1836 unter der Leitung von K. F. Schinkel durch die Baudeputation entwickelt⁵⁴² und unter der Leitung von Heinrich Bürde⁵⁴³ ausgeführt wurde (Abb. 104, 105 u. 106).

Der Baukörper der Bauakademie war als räumliches Pfeilertragwerk konzipiert, bei der „die ganze Last“ ... „auf ein System von Pfeilern vertheilt [wurde], welche auf einer verhältnißmäßig geringen Grundfläche stehen, und in den verschiedenen Punkten in ihrer Höhe einer Menge von bedeutenden Pressungen, die nach den verschiedensten Richtungen auf sie wirken, ausgesetzt“⁵⁴⁴ waren. Die einzelnen Mauerpfeiler wurden durch Mauerbogen und Eisenanker⁵⁴⁵ ausgesteift und stabilisiert. Zusätzlich wurde die Bogen gezielt mit „englischem Zement“⁵⁴⁶, einem höherwertigen Mauermörtel, ausgeführt.

Aus der Befürchtung heraus, bei den vorgefundenen schlechten Baugrundverhältnissen würden sich die Pfeiler unterschiedlich setzen, wurden die Pfeiler einzeln mit großen Grundflächen gegründet und erst nach ihrer vollständigen Errichtung und einer mehrjährigen Pause durch Erdbogen miteinander verbunden.⁵⁴⁷ Wesentlicher Anhaltspunkt für die Bogenverbindung der einzelnen Gebäudepfeiler war neben der Aussteifung die Kompensation der erwarteten Horizontalkräfte.⁵⁴⁸ Die Bogen zwischen den Pfeilern wurden entsprechend ihrer Funktion nach Trag- und Gewölbebogen unterteilt.⁵⁴⁹ Damit während der Errichtung eine annähernd gleichmäßige Belastung der Pfeiler sichergestellt war, wurden alle Brüstung- und Trennmauern des Gebäudes gleichmäßig aufgeführt.⁵⁵⁰

Bis auf einen Bereich im dritten Geschoss der Bauakademie wurden sämtliche Geschosse mit Segmentbogentonnen gewölbt, die ausschließlich als Brandschutzvorrichtung konzipiert und kein Bestandteil der tragenden Deckenkonstruktion waren.⁵⁵¹ Um das Gewölbegewicht zu reduzieren, wurden die Wölbungen nur eine halbe Steinlänge stark ausgeführt und um den erwarteten Gewölbeschub zu reduzieren mit einem Gipsmörtel vermauert⁵⁵² (vgl. S. 270 ff.). Zur Kompensation der Horizontalkräfte wurde gezielt ein eigenständiges eisernes Ankersystem unterhalb der hölzernen Deckenkonstruktion eingebracht.⁵⁵³ Teil des Ankersystems waren eingelassene Ankerschienen in den Außen- und den tragenden Innenwänden, an denen die einzelnen Anker befestigt wurden. Lediglich das dritte Obergeschoss wurde ohne dieses Ankersystem, und statt dessen mit herkömmlichen Splintankern stabilisiert.⁵⁵⁴ Die gezielte Lastumlenkung und Lastabtragung durch Bogen und Ankersysteme in die ausgesteiften Gebäudepfeiler erlaubte, bezogen auf die ausgeführte Gebäudehöhe, verhältnismäßig geringe Außenwandbreiten und große Fensteröffnungen,⁵⁵⁵ ohne dass die Gebäudestabilität gefährdet war. Neben der in dieser Ausbildung neuartigen Auflösung der Mauer in lasttragende Stützen und deren gezielte Befestigung durch Bogen und Eisenanker zeichnete sich die Berliner Bauakademie zusätzlich durch ihre nachträglich als äußere Verkleidung vor das eigentliche Gebäudegerüst angebrachte Fassade aus⁵⁵⁶ (vgl. S. 135 ff.). Die gestalterisch bestimmte Ziegelverkleidung wurde als Ausdrucksmittel genutzt, um die verkleidete Stützenkonstruktion und die Lage der belasteten Teile zu verdeutlichen.⁵⁵⁷

Gleichartig wie die Gebäudekonstruktion der Bauakademie wurde 1835 ein Entwurf für ein städtisches Wohngebäude als Prototyp dargestellt (Abb. 107, 108 u. 109). Die Mauern sind je nach Erfordernis als Pfeilerkonstruktion oder als Mauerscheibe konzipiert. Während die äußeren Treppenhausmauern als Mauerscheiben ausgebildet wurden, wurden alle übrigen Außen- und Innenwände wesentlich in Pfeiler und Zwischenfelder aufgelöst. Alle Geschosse mit Ausnahme des Dachgeschosses wurden gewölbt, die analog der Bauakademie ausschließlich dem Brandschutz dienten. Im Unterschied zur Bauakademie wurden neben Segmentbogenwölbungen auch Flachkuppeln eingesetzt, die sämtlich mit separaten eisernen Ankersystemen kombiniert waren.

Die Stützenrastersysteme mit verbindenden Ankern oder Bogen, die heute als Skelettbau bezeichnet werden, wurden während des 19. Jh. zum bestimmenden konstruktiven und gestalterischen Gliederungselement für Wirtschafts- und öffentliche Bauwerke.⁵⁵⁸ Durch den Einsatz eiserner Ankersysteme ließ sich der Skelettbau vor allem in den oberen Geschossen mit Steingewölben kombinieren. Dafür wurden in der Mark in der zweiten Hälfte des 19. Jh. bevorzugt alle Formen der Kreuzgewölbe, Flachkuppeln und Kuppeln⁵⁵⁹ gewählt, die sich leichter als die Segmentbogentonne auf ein quadratisches oder nahe zu quadratisches Stützenraster beziehen ließen⁵⁶⁰ (vgl. S. 319 ff., 339 ff.).

Abb.104 Flaminio,
1836. Tafel I. An-
sicht der allgemeinen
Bauschule/ Bau-
akademie in Berlin



Abb.105 Flaminio,
1836. Tafel II.
Grundriss der
allgemeinen
Bauschule/
Bauakademie in
Berlin.

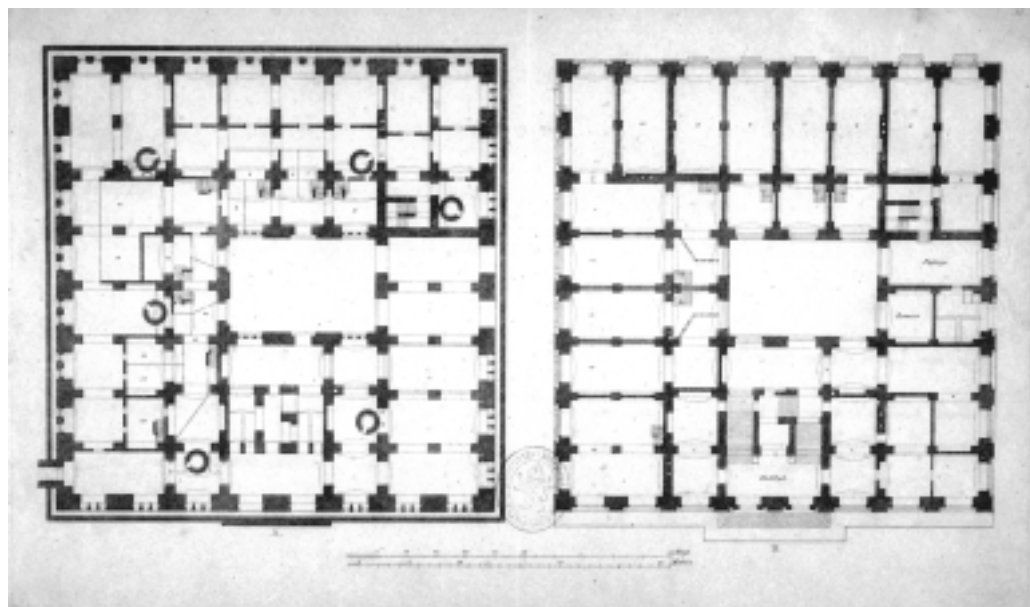
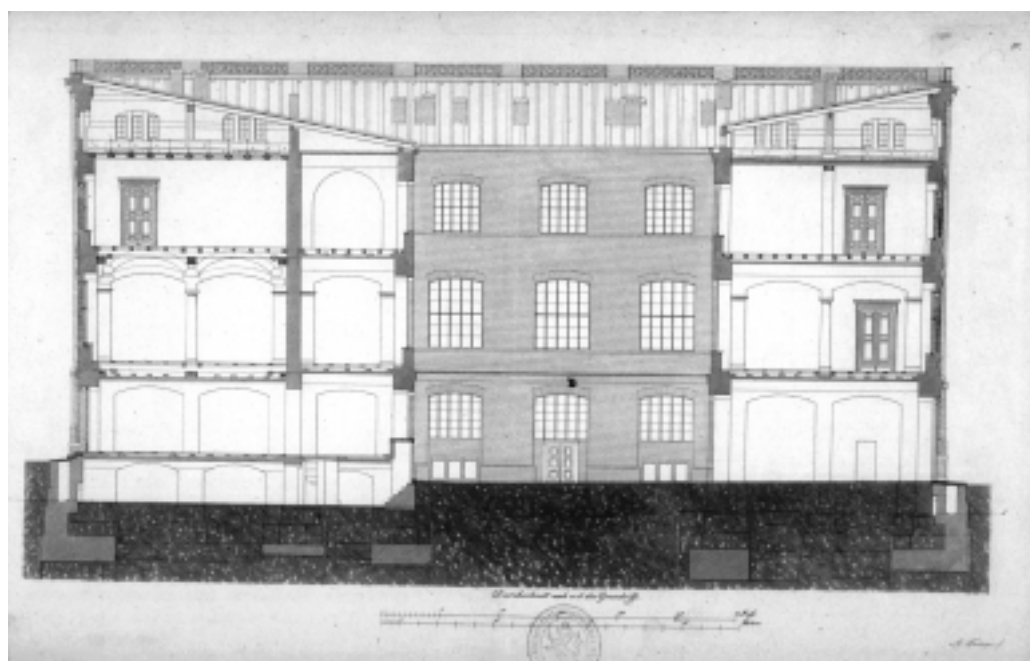


Abb.106 Flaminio,
1836. Tafel IV.
Schnitt der
allgemeinen
Bauschule/
Bauakademie in
Berlin.



4. MAUERN

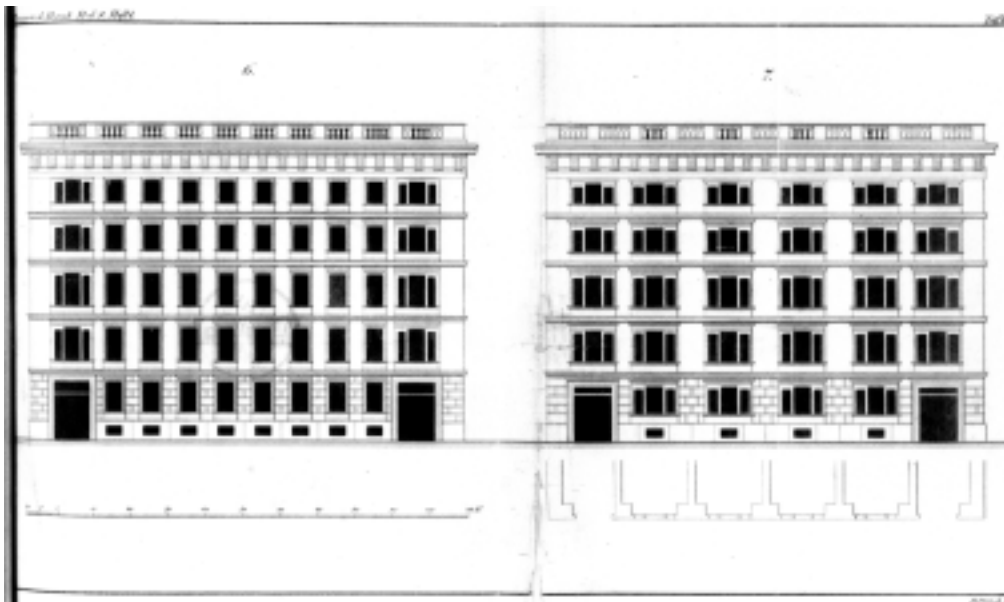


Abb.107 Crelle,
1835. Tafel III. An-
sicht eines städtischen
Wohngebäudes.

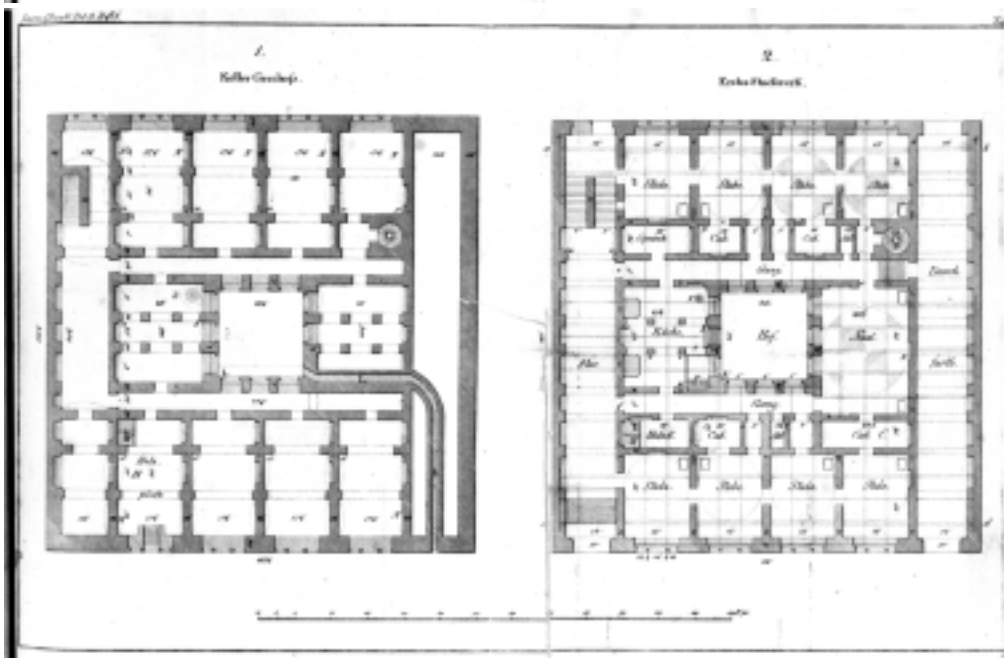


Abb.108 Crelle,
1835. Tafel I.
Grundriss eines
städtischen
Wohngebäudes.

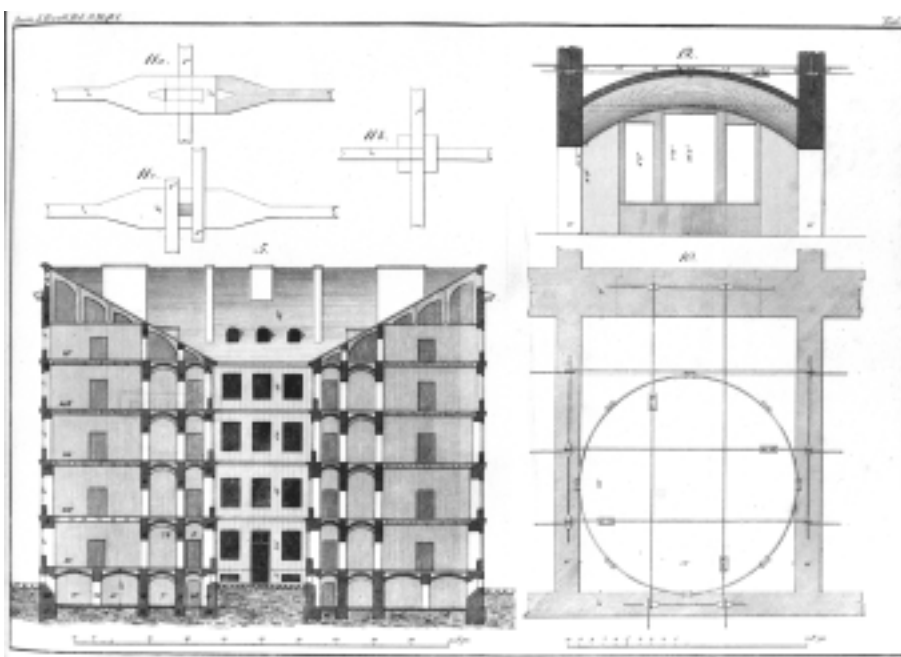


Abb.109 Crelle,
1835. Tafel V. Schnitt
eines städtischen
Wohngebäudes.

Obwohl Ende des 18. Jh. das Stützenraster als Skelettbau auch für den Wohnungsbau in Erwägung gezogen wurde,⁵⁶¹ blieben die Mauerscheibe sowie der rechteckige durch eine Mittelwand unterteilte Gebäudegrundriss bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. prägend.⁵⁶² Je nach Notwendigkeit wurde jedoch eine Kombination der Mauerscheiben und des Stützenrasters als konstruktiv und vor allem wirtschaftlich günstig erachtet.⁵⁶³

In Folge des Skelettbaus wurden Stützen, verbindende Bogen und Stürze und Decken zu einem dreidimensionalen konstruktiven System zusammengefasst, wodurch die bis dahin begrifflich und gedanklich klar und eindeutig getrennten Bauteile Mauer und Decke aufgelöst wurden. Beide Bauteile gingen in ein neues konstruktives Element über, das Georg Moller als ein Kraft leitendes Liniensystem mit unverschieblichen festen Punkten oder „Knoten“⁵⁶⁴ beschrieb, wodurch sich eine netzförmige räumliche Struktur entwickelte. Der fließende Übergang von Mauer und Decke lässt sich am Entwurf für den Neubau der Kölner Sionskirche⁵⁶⁵ insofern gut nachvollziehen, als sich dort eine Grenze zwischen Wand und Decke nicht eindeutig ausmachen lässt (Abb. 110). Moller verglich das entstandene räumliche Gebilde mit Pflanzenstrukturen und gotischen Bauwerken.⁵⁶⁶ Statische und konstruktive Aspekte bewirkten die strikte Differenzierung der einzelnen Bauteile, wenngleich bei den massiven dreidimensionalen Stützen- oder Skelettsystemen die Unterteilung nach Wand und Decken bis in das frühe 20. Jh. fortbestand, während sie für hölzerne und eiserne Binder- und Rahmensysteme bereits im 19. Jh. an Bedeutung verlor.

Parallel zur Auflösung der Mauerscheibe in Stütze und Füllung wurden vorgestellte Mauerstützen, sogenannte Mauervorlagen zur Materialeinsparung,⁵⁶⁷ zur Aussteifung oder zur lokalen Verstärkung genutzt (Abb. 111). Neben ihrer stabilisierenden und aussteifenden Funktion als „unterstützender Pfeiler“⁵⁶⁸, „Seitenmauer“⁵⁶⁹ oder „Stirnmauer“⁵⁷⁰ fanden die Mauervorlagen auch auf Grund der gebündelten Lastabtragung⁵⁷¹ ab dem Ende des 17. Jh. eine immer größere Berücksichtigung. Mauervorlagen wurden zur gezielten Stabilisierung,⁵⁷² vor allem solcher Mauern mit einwirkendem Seitenschub,⁵⁷³ wie Gewölbewiderlager,⁵⁷⁴ Stützmauern⁵⁷⁵ (vgl. S. 260 ff.), hohen Mauern,⁵⁷⁶ Giebeln⁵⁷⁷, „Laternen“⁵⁷⁸ (zu vermuten sind Mauerpfeiler zwischen Fenstern bzw. ganze Fensterbänder) oder Begrenzungsmauern⁵⁷⁹ geschätzt.

Die durch vorgestellte Mauervorlagen stabilisierte Mauerscheibe wurde während des 18. Jh. mit dem Begriff der „gebrochenen Mauer“⁵⁸⁰ umschrieben, deren entscheidendes Merkmal eine größere Grundrissbreite im Bereich der Mauervorlage war. Die Verstärkung konnte sowohl zu beiden Seiten gleichmäßig aber auch nur einseitig erfolgen, so wie in den Grundrissen Abbildung 112, Fig. XLIV und LXV angeführt. Je breiter der Mauergrundriss war, desto größer wurde, wie in Fig. XLIV C., die stabilisierende Wirkung für die Mauerscheibe angenommen.⁵⁸¹

Analog zu den sich verjüngenden Mauerquerschnitten wurde eine höhere Standsicherheit den „zugespitzten“⁵⁸² oder „prismatischen Pfeilern“⁵⁸³ zugeschrieben.⁵⁸⁴ Der Stellenwert des trapezförmigen Querschnitts war derart hoch, dass sogar trotz gegenteiliger Erfahrungen der schräge Mauervorlage gleichzeitig auch als besonders witterungsbeständig⁵⁸⁵ eingestuft wurde. Nur bei Säulen wurde aus gestalterischen Gründen auf eine obere Querschnittsverjüngung verzichtet.⁵⁸⁶ Die Pfeiler wurden auf der entgegengesetzten Mauerseite angelegt, auf die die Kräfte einwirkten,⁵⁸⁷ wie die Strebepfeiler bei dem in Abbildung 111. abgebildeten Magazinegebäude (um 1800) in Wriezen, Landkreis Märkisch Oderland.

Die gleiche stabilisierende und aussteifende Wirkung der Mauervorlagen wurde Ende des 18. Jh. auch den Innenwänden zugeschrieben. Um diese vorteilhafte Wirkung der Innenwände nicht zu gefährden, waren Öffnungen der Querwänden nach Möglichkeit unmittelbar zu den Außenwänden hin zu vermeiden.⁵⁸⁸ Die Wertschätzung der stabilisierende Querwände fand ihren Niederschlag in der Regel die Querwände als Mauervorlage wenigstens einem Fuß⁵⁸⁹ (ca. 31,4 cm) an die Außenwand stoßen zu lassen.

STATISCHE BEWERTUNG DER WÄNDE

Als Ergebnis der statischen Mauerdifferenzierung konnten alle ausschließlich zur Raumbegrenzung herangezogenen Mauerteile sowohl geringer bemessen als auch aus weniger festen Materialien hergestellt werden.⁵⁹⁰ Umgekehrt wurden alle bewusst in ein statisches System eingebundenen Mauerpartien aus festeren Baumaterialien in darauf abgestimmten Breiten angelegt.⁵⁹¹

Eine deutlichere Trennung zwischen tragender Mauerscheibe und Stütze zeichnete sich Ende des 18. Jh. ab, in dem beide als getrennte Elemente einer statischen Lehre⁵⁹² aufgefasst wurden. Noch stärker unterschieden wurde in den 20er Jahren des 19. Jh., in denen von unterschiedlichen Bausystemen⁵⁹³ gesprochen wurde. Dennoch fehlte eine klare konstruktive Trennung der Kraft leitenden Stützen und der vorwiegend raumbegrenzenden Mauerteile, vielmehr wurde eine solche konstruktive Trennung als eine Schwächung abgelehnt.⁵⁹⁴ Es stellte daher bei einer Mauerwerksausführung keinen Widerspruch dar, wenn die Mauer begrifflich in Füllmauer und Pfeiler unterschieden wurde, auch wenn wie in dem Beispiel des Berliner Schauspielhauses⁵⁹⁵ (1818-1821) die Außenwand konstruktiv in einem nicht getrennten gleichmäßigen einheitlichen Verbandsmauerwerk errichtet wurde.

Die Verwendung steinerner, hölzerner und eiserner Stützen in einem Stützensystem hatten zur Folge, dass bevorzugt bei den landwirtschaftlichen und technischen Nutzbauten Mischformen überwogen.

4. MAUERN



Abb.111 Magazingebäude in Wriezen (Ende 18. Jh.), Landkreis Märkisch Oderland. Ausschnitt, in dem Gebäudebereich, bei dem verstärkte Horizontalkräfte aus den Speicherdecken erwartet wurde, erfolgte eine Verstärkung des Mauerquerschnitts durch Strebepeiler.

Abb.112 Helfenzrieder, 1787. Tafel IV. Die durch vorgestellte Mauervorlagen stabilisierte Mauer Scheibe wurde während des 18. Jh. mit dem Begriff der „gebrochenen Mauer“ umschrieben, deren entscheidendes Merkmal eine größere Grundrissbreite im Bereich der Mauervorlage war. Die Verstärkung konnte sowohl zu beiden Seiten gleichmäßig aber auch nur einseitig erfolgen, so wie in den Grundrissen Fig. XLIV und LXV angeführt. Je breiter der Mauergrundriss war, desto größer wurde, wie in Fig. XLIV C., die stabilisierende Wirkung für die Mauer Scheibe angenommen.

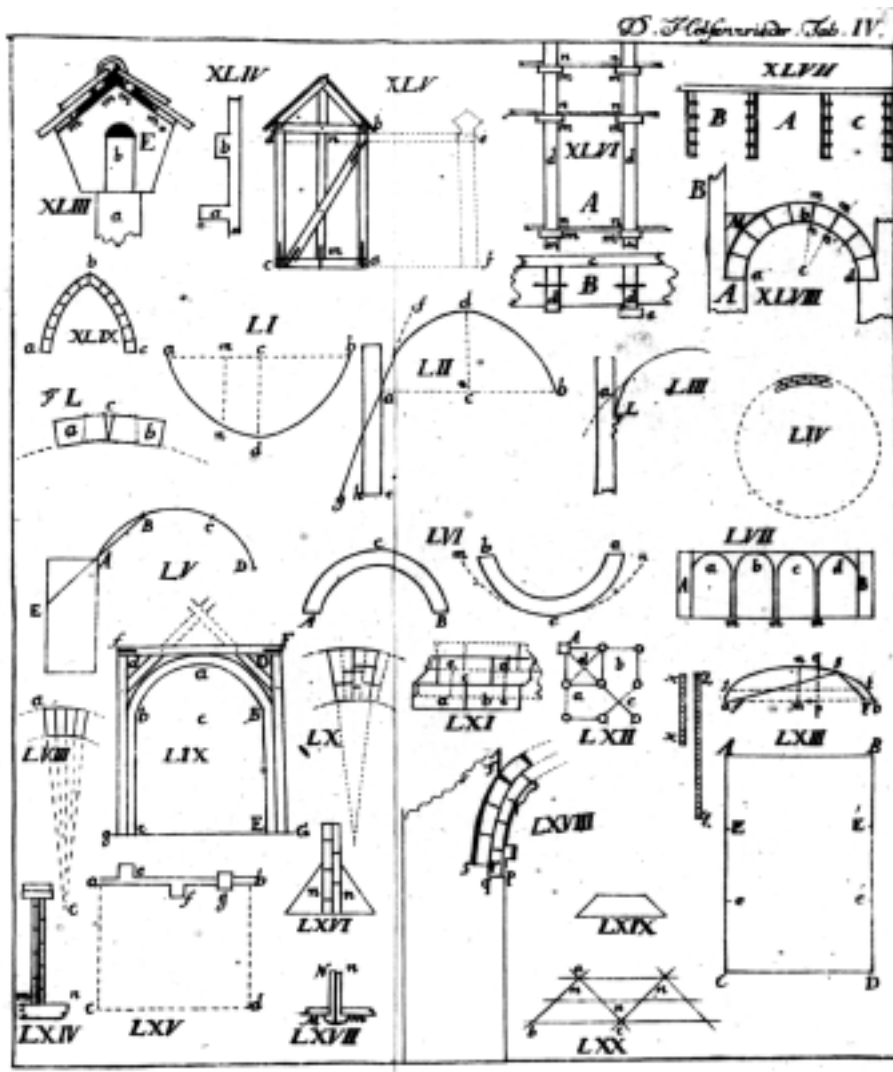




Abb.113 Küchegebäude (1794) auf der Berliner Pfaueninsel, für die Ziegelfassade wurden rote Ziegel gewählt um die Stützen und die Fenstereinfassungen gestalterisch hervorzuheben, während für die Wandfläche gelbe Ziegel verwendet wurden.

GESTALTERISCHE AKZEPTANZ DER MAUERSTÜTZEN

Die hohe konstruktive Bedeutung der letztlich in Stützen aufgelösten Mauer erhielt Ende des 18. Jh., weitgehend entkleidet von Kapitelen oder anderen Dekorationselementen, für die Wandgestaltung einen eigenen Stellenwert. Ein frühes Beispiel ist das eingeschossige, ziegelsichtige Küchengebäude auf der Pfaueninsel in Berlin von 1794. Gegliedert wurde die Fassade durch rote Ziegelpfeiler, die mit einer viertel Steinlänge gegenüber den gelben Ziegelflächen der Zwischenwand vorstehen (Abb. 113). Der Wandpfeiler wurde Anfang des 19. Jh. zu einem wichtigen Gestaltungselement,⁵⁹⁶ so dass sich „dem Baumeister auser Ersparung auch noch ein sehr offenes Feld für schöne, abwechselnde Entwürfe der äusern Ansichten dar(bot)“⁵⁹⁷. Größeres Aufsehen erregte die durch Wandpfeiler bestimmte Fassadengestaltung des heute zerstörten Berliner Gewerbeinstituts⁵⁹⁸ in der Klosterstraße in Berlin (1827). Der Last tragende (Wand) Pfeiler war in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. zu einem Gestaltungselement einer konstruktiv und ökonomisch betonten Architekturauffassung geworden.⁵⁹⁹

Unabhängig aller konstruktiver und ökonomischer Vorzüge der in verbundenen Pfeilern aufgelösten Mauern war die Ansicht vorherrschend, die Konstruktion gestalterisch nicht auf Bauwerke der höheren Baukunst übertragen zu dürfen. Eine gestalterische Aufwertung einer durch Stützen gegliederten Fassade blieb trotz der architekturgeschichtlichen Herleitung auf Griechen und Goten⁶⁰⁰ und bauhistorischer Untersuchungen in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. versagt. Beim Wiederaufbau der römischen Kirche Paulus ex Murus wurde die historische Anwendung der in Pfeiler-Bogen aufgelösten Wandkonstruktion belegt.⁶⁰¹ Die konstruktiven und ökonomischen Vorzüge der als Pfeiler-Bogen-Konstruktion aufgelösten Mauern galt für Reithallen, Kaufhallen und besonders für landwirtschaftliche Speicherbauten als geradezu prädestiniert,⁶⁰² wodurch letztlich auch eine gestalterische Akzeptanz entstand.

4.2.2. GRÜNDUNGEN

Gründungen hatten und haben die Funktion, ein Einsinken bzw. Neigen eines Bauwerks dauerhaft zu verhindern.⁶⁰³ Bis in das 19. Jh. existierte die Vorstellung vorrangig nur Außenwände zu gründen.⁶⁰⁴ Gestützt auf antike und neuzeitliche Architekturtraktate⁶⁰⁵ wurde eine dauerhafte Gründung nach der Gründungstiefe beurteilt. Je tiefer, desto wirkungsvoller stufte man die Gründung ein. Als Orientierungshilfe für die vermeintlich richtige Festlegung der Gründungstiefe wurde die Gebäudehöhe herangezogen, wonach die Gründungstiefe zwischen 1/3 oder 1/12 der Gebäudehöhe betrug.⁶⁰⁶ Der vorgefundenen Baugrundbeschaffenheit kam dabei nur untergeordnete Bedeutung zu,⁶⁰⁷ und wurde nur gelegentlich mit berücksichtigt.⁶⁰⁸ Bis zur Mitte des 18. Jh. wurde von der Gründungsbreite zum Baugrund überhaupt kein Bezug hergestellt. Die Fundamentbreite besaß ebenfalls nur eine untergeordnete Bedeutung, die im Verhältnis zur aufgehenden Mauer entweder zu verdoppeln war oder beidseitig um ein Drittel bis fünf Siebtel⁶⁰⁹ stärker gegenüber der überirdischen Mauer angelegt wurde.

Beherrschend war Ende des 17. Jh. die Differenzierung des Baugrunds nach seiner Lage. Unterteilt wurde in Baugründe, die sich in der Erde, im Wasser oder in der Luft befanden. Mit dem Baugrund in der Luft meinte man beispielsweise einen freiliegenden Fels.⁶¹⁰ Wenn gleich bis in das 19. Jh. eine allgemeine Differenzierung in gute und schlechte Baugründe existierte, so beschränkten sich halbwegs verwertbare Aussagen in der Regel auf eigene örtliche Erfahrungen.⁶¹¹

Dennoch verstärkte sich die Absicht, die Baugrundbeschaffenheit bei den Gründungen stärker zu berücksichtigen, weshalb zum Beispiel Ende des 17. Jh. über die Proportionsregeln hinausgehend bei einem sandigen Baugrund die Grundmauer mächtiger anzulegen war.⁶¹² Die größere Berücksichtigung der Baugrundqualitäten führte während des 18. Jh. zu einfachen Differenzierungen.⁶¹³ Danach zählten zu den guten Baugründen waagerecht geschichteter Fels,⁶¹⁴ sowie annähernd waagerecht ausgerichtete Kies-, Sand- und Lehmgründe in ausreichend großen Schichtstärken,⁶¹⁵ die in der Mitte des 19. Jh. mit Stärken zwischen zehn und fünfzehn Fuß⁶¹⁶ (ca. 3,14 und 4,71 m) angegeben wurden. Uneinheitlich war die Beurteilung der Sande und Lehme als „lockere“ oder „feste Erden“⁶¹⁷, so dass Sand und Lehm teils den schlechten Baugründen zugeordnet wurden. Zu den schlechten Baugründen wurden alle „schlüpferigen“⁶¹⁸ Böden, Überschwemmungsgebiete,⁶¹⁹ Moore und Sümpfe,⁶²⁰ Acker- und Gartenerden,⁶²¹ Tone⁶²² und zum Teil Treibsandböden⁶²³ zugerechnet. Als äußerst schwierig wurden vormals besiedelte Bauplätze und Schuttfüllungen angesehen, die in den Städten die Regel waren. In Folge früherer Brände waren die Reste der Vorgängerbauten daher genau zu untersuchen, wobei festgehalten wurde, dass die mangelnde Eignung sich kaum erfassen ließ.⁶²⁴ Alte Brunnen oder Löcher stellten dabei eine besondere Gefährdung dar.⁶²⁵ Um die Festigkeit solcher besiedelten Baugründe nicht weiter zu gefährden, wurde bis

in das 19. Jh. hinein nahegelegt, vorhandene Pfähle nicht zu entfernen, sondern statt dessen günstiger zu überwölben.⁶²⁶ Wenn möglich war auf freie Bauplätze auszuweichen,⁶²⁷ da wie bei allen schlechten Baugründen die Gründungen immer mit erheblichen Kosten verbunden waren.⁶²⁸ Die Akzeptanz von Probegrabungen war durch antike und neuzeitliche Architekturtraktate weitgehend sichergestellt und erhielt ab der Mitte des 18. Jh. zur Erfassung der Baugrundqualität mehr Beachtung.⁶²⁹ Allerdings wurden Untersuchungen bis zu einer Tiefe von vier Fuß⁶³⁰ (ca. 125,6 cm) in der Mitte des 18. Jh. als durchaus aussagekräftig eingestuft. Probegrabungen oder Bohrungen wurden Ende des 18. Jh. mit Tiefen zwischen acht und zehn Fuß⁶³¹ (ca. 251,2 und 314,0 cm) vorgenommen, um die standsichere Gründung vor allem gefährdeter Bauteile wie Gebäudeecken beurteilen zu können. Dafür entwickelte Hilfsmittel waren unterschiedliche Erdbohrer, „Visireisen“, „Visirstangen“⁶³² oder „Schieber“⁶³³.

Das Einschlagen von Probepfählen in den Baugrund war eine weitere Untersuchungsmöglichkeit. Durch den Widerstand, der sich aus der Anzahl der Schläge im Verhältnis zur Eindringtiefe ergab, wurde auf die als erforderlich angesehene Gründungstiefe und die als notwendig erachtete Anzahl der Pfähle geschlossen.⁶³⁴ Diese durchgeführten Untersuchungen ergaben zum Teil zwar Aufschluss über Zusammensetzung, Mächtigkeit und Festigkeit der einzelnen Erdschichten,⁶³⁵ definierte Anhaltspunkte, um eine standsichere Gründung festzulegen, standen jedoch nicht zur Verfügung. Erst in der Mitte des 19. Jh. erfolgte eine systematische Erfassung und Einordnung durchgeführter Baugrunduntersuchungen,⁶³⁶ die als kalkulierbare Grundlage dienten. Um dennoch Anhaltspunkte zu erhalten, wurden während des 18. und 19. Jh. Rechnerverfahren und Tabellenwerke entwickelt, wonach die jeweilige Baugrundfestigkeit bzw. Gründungstiefe und -breite festgelegt wurde.⁶³⁷ Darüber hinaus existierten allgemeine Faustregeln wie die folgende, wonach auf einer nicht näher definierten festen Erdschicht mit einer Stärke von zehn bis zwölf Fuß⁶³⁸ (ca. 314,0 bis 376,8 cm) ein zweigeschossiges Gebäude standsicher zu errichten war. Die in der Mitte des 18. Jh. gezielt durchgeführten Untersuchungen zur Lastabtragung führten dazu, die Gründung in Abhängigkeit von Lasteinwirkung⁶³⁹ und Baugrundbeschaffenheit breiter anzulegen.⁶⁴⁰ Anstelle der Gründungstiefe, die bisher für die Standsicherheit ausschlaggebend war, trat nun die Breite.⁶⁴¹ Tiefe Gründungen wurden zunehmend als konstruktiv falsch und unnötig teuer abgelehnt.⁶⁴² Hinzu kam die Erkenntnis, dass durch tief angelegte Gründungen tragfähige Baugründe häufig unnötig geschwächt wurden.⁶⁴³

Etwas diffus und nicht nachvollziehbar wurde die Wirkung von Gewichten und Lasten auf den Baugrund zum Teil mit der Wirkung von Wasser verglichen.⁶⁴⁴ Auch wenn gelegentlich Gewicht und Lasteinwirkung auf die Gründung bezogen wurden, stellten sie noch Anfang des 19. Jh. in der Regel eine vernachlässigte Größe dar.⁶⁴⁵ Insbesondere bei unsicheren

4. MAUERN

Baugründen wurde bis in die Mitte des 19. Jh. weiterhin an der Vorstellung festgehalten tief und damit standsicher zu gründen.⁶⁴⁶

Auch wenn die Gründungstiefe während der zweiten Hälfte des 18. Jh. für die Lastabtragung zunehmend seltener herangezogen wurde, blieb die Gründungstiefe für eine frostfreie Gründung (Mindesttiefen zwischen 3 und 5 Fuß⁶⁴⁷ (ca. 94,2 und 157,0 cm)) als Kriterium für die Standsicherheit sehr wichtig. Ließ sich diese Mindesttiefe nicht sicherstellen, dann sollte Erde bis in die entsprechende Höhe angeschüttet werden.⁶⁴⁸ Unabhängig aller theoretischen Überlegungen wurde sowohl bei einfachen städtischen als auch bei ländlichen Bauwerken schon aus ökonomischen Gesichtspunkten nicht viel Wert auf die Gründungen gelegt,⁶⁴⁹ so dass bei nicht unterkellerten Gebäuden die Gründungen durchaus bündig auf dem Erdreich⁶⁵⁰ oder mit einer Tiefe mit etwa sechs Zoll⁶⁵¹ (ca. 15,7 cm) erfolgten.

Je nach Baugrundverhältnissen standen unterschiedliche Gründungen zur Verfügung. Als die dauerhafteste Gründung wurde während des 18. Jh. die Gründung auf Felsen, sogenanntem „Steingrund“⁶⁵² angesehen. Bei diesem in der Mark nicht vorkommenden Baugrund wurde der Fels vertieft (6 bis 7 Zoll (ca. 15,6 bis 18,2 cm)). Anschließend wurde die Vertiefung mit einer Schalung umfasst und eine Ausgleichsschicht als „Gußmauer“⁶⁵³ mit einem Gussmörtel angelegt.

HOLZGRÜNDUNGEN

Wegen der zum Teil feuchten und sehr ungleichmäßigen Baugrundverhältnisse vorkommenden Gründungen wurden in der Mark nicht selten Holzgründungen vorgenommen. Diese wurden als Holzroste oder Pfahlgründungen ausgeführt, die in der Kombination als Pfahlroste bis in die Mitte des 19. Jh. als die einzige als sicher anerkannte Gründung in einem weichen, nachgiebigen Baugrund bewertet wurden.⁶⁵⁴ Voraussetzung war, dass die Pfähle bis auf festen Grund reichten.⁶⁵⁵ Der Pfahlrost gehörte wegen des enormen Holzverbrauchs zu den aufwendigsten und teuersten Gründungsmethoden.⁶⁵⁶ Bei schlechten, gemischten, sumpfigen, ständig im Wasser befindlichen Baugründen stellten Pfahlroste häufig die einzig mögliche Gründungsmethode dar.⁶⁵⁷ Zwingende Voraussetzung für die Dauerhaftigkeit aller Holzgründungen war, dass alle Holzteile dauerhaft unter Wasser konserviert wurden, sich also ständig unterhalb dem niedrigsten möglichen Wasserstandes befinden mussten.⁶⁵⁸ Verwendet wurden Eiche, Erle, Buche und Kiefer.⁶⁵⁹ Darüber hinaus war auszuschließen, dass Kalk unmittelbar mit den Hölzern in Berührung kam, da sich dieser zerstörerisch auswirkte. Dazu wurde eine trennende Lehm-, Kies-, Sand-⁶⁶⁰ oder Schlackeschicht⁶⁶¹ über der Holzgründung aufgebracht, bevor mit der Grundmauer begonnen wurde.

Gelegentlich wurde im Sinne einer horizontalen Abdichtung nach einer Schutzschicht aus Sand, kleinen Ziegelstücken oder gestoßener Kohle auch eine fette Kalkmörtelschicht mit

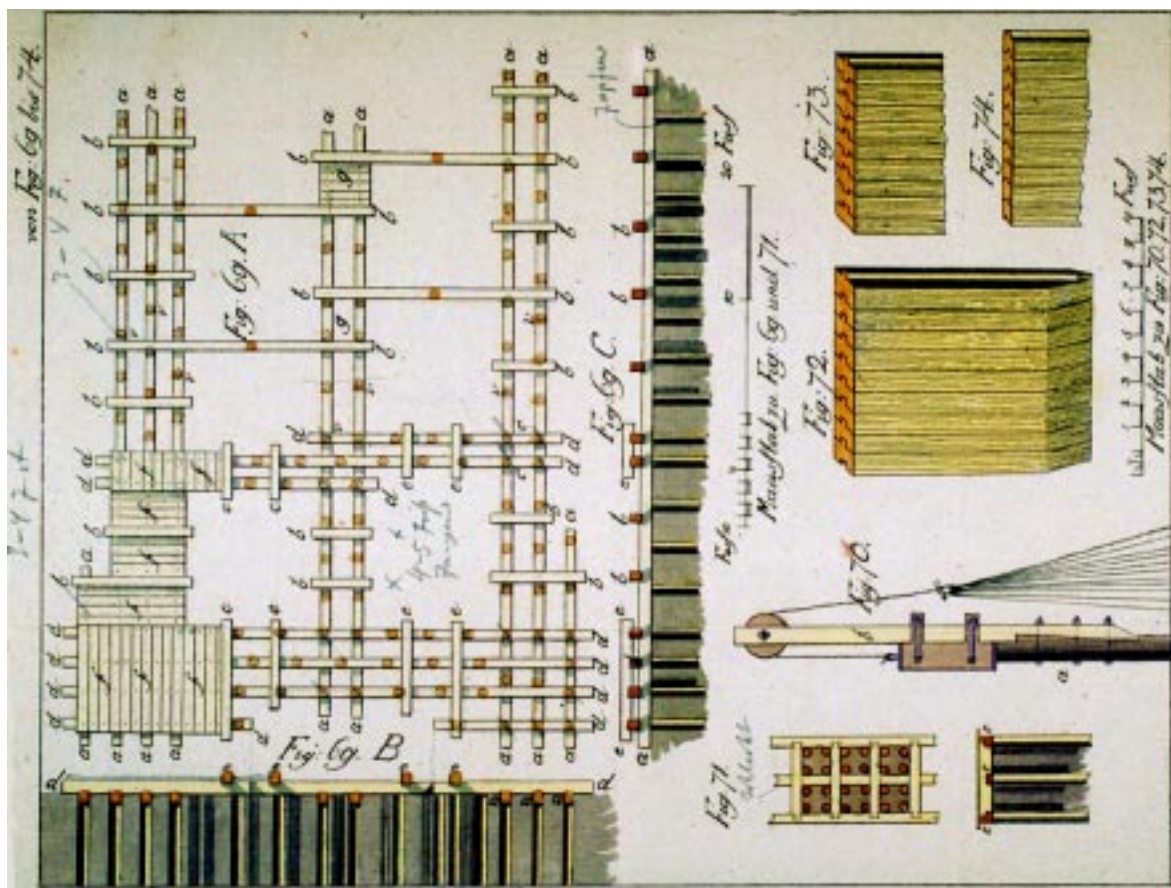


Abb.114 Gilly, 1797. Bd. 1. Tafel Figur 69 bis 74. Das Rost in Figur 69 ist als Zangenkonstruktion ausgebildet, auf das Dielen gelegt wurden. Ein Höhenversatz der einzelnen Grundmauern wurde dabei in Kauf genommen.

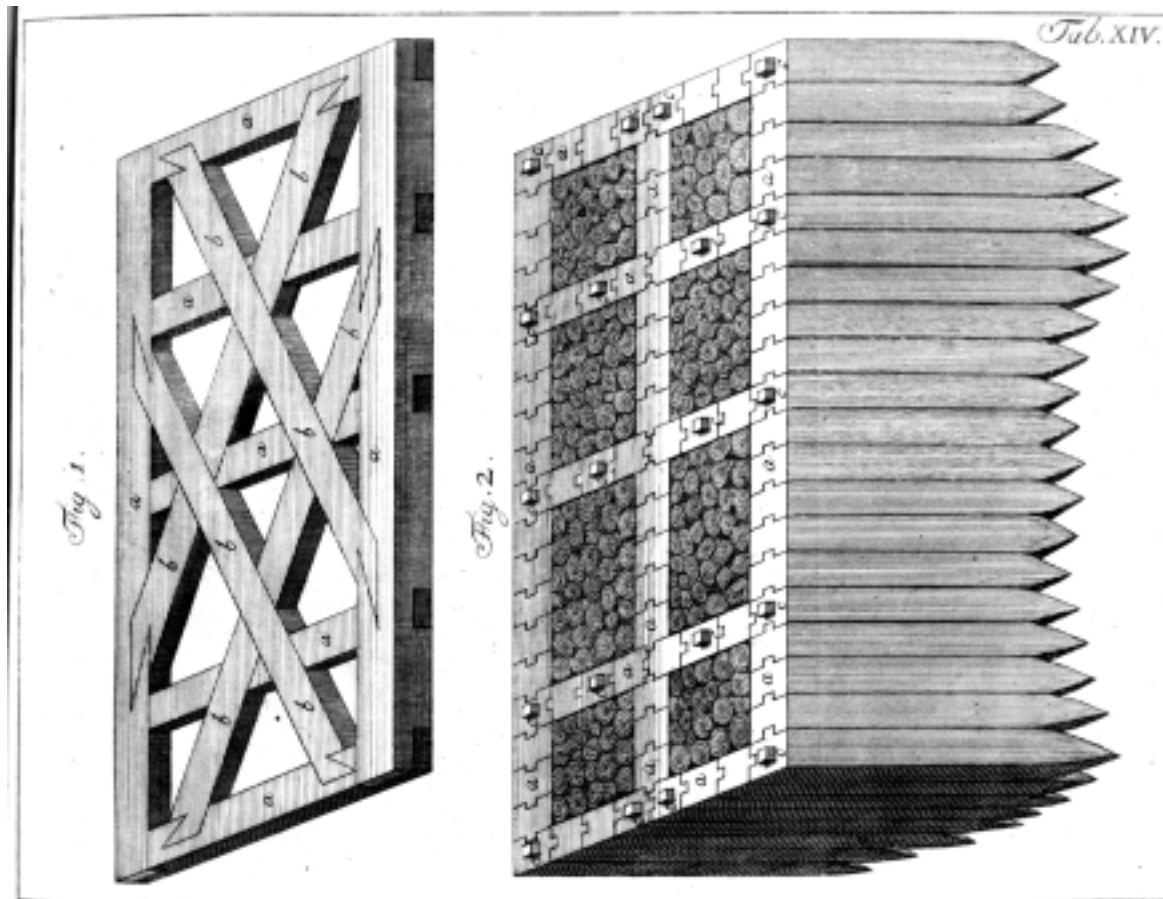


Abb.114 Angermann, 1766. Tafel XIV. Das in einer Ebene überblattete oder überkämmt Rost in Figur erwies sich wegen der geschwächten Holzquerschnitte als instabil.

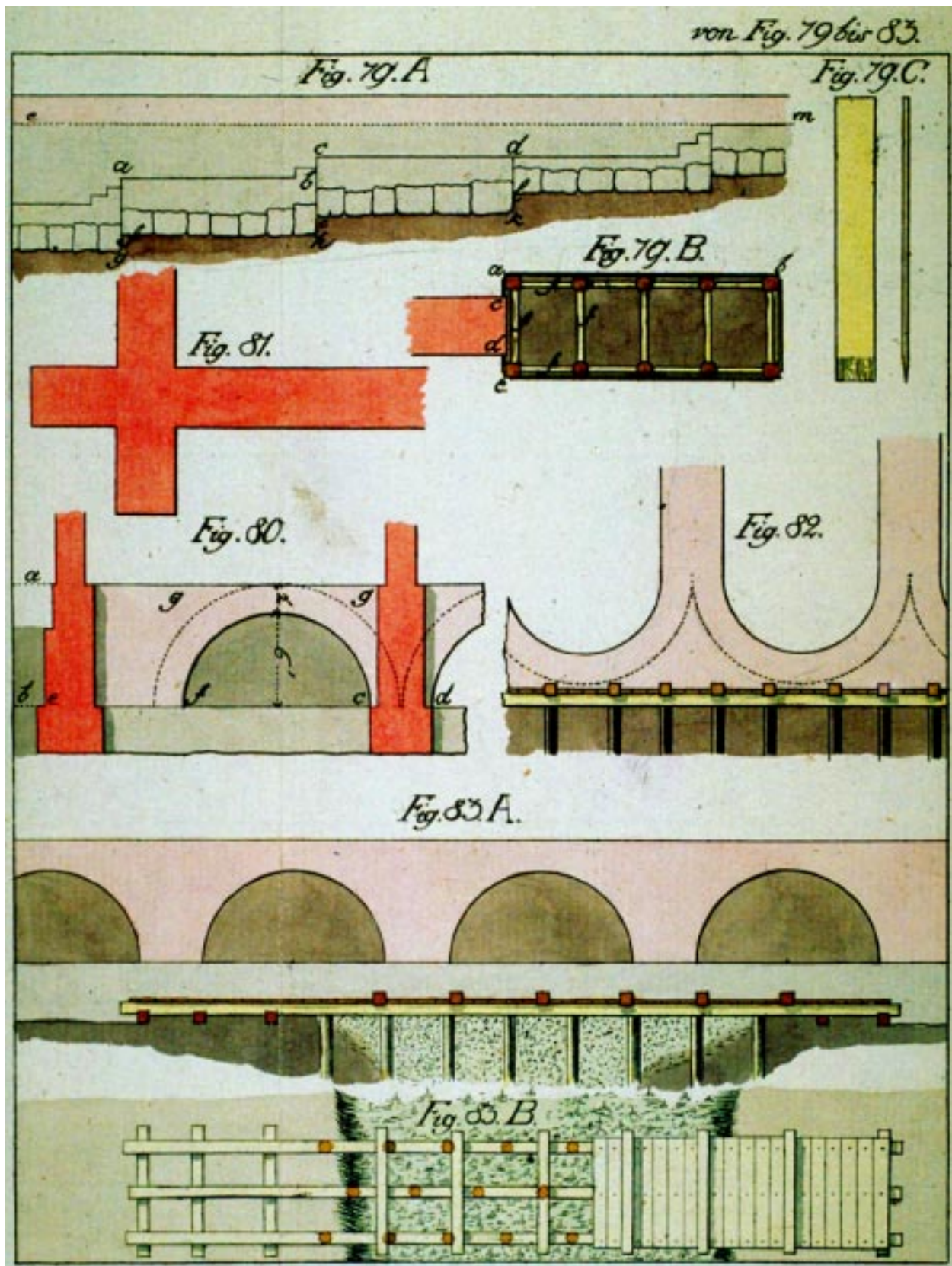


Abb.116 Gilly, 1797. Bd. 1. Tafel Figur 79 bis 83. Erdbogen wurden sowohl regional durch mittelalterliche Bauwerke als auch durch Beschreibungen Vitruvs zur Überbrückung nicht tragfähiger Baugründe, wie Felsklippen, Moore, nachgebende Stellen oder hohe Wasserstände bis in das 19. Jh. angeführt. Solche Erdbogen wurden als Spitzbogen, aber auch in anderen Bogenformen ausgeführt. Zusätzlich erhielten umgedrehte Bogen (Figur 82) insbesondere zur Gründung und Sicherung von Säulen und Pfeilern ab der Mitte des 18. Jh. Beachtung. Diese waren, genau wie die Erdbogen, eine bereits in der Antike und der Neuzeit eingesetzte Gründung, die zwischenzeitlich wieder in Vergessenheit geraten war. Die umgedrehten Bogen, die auch als „stützende Gewölbe“ umschrieben wurden, fanden ab dem letzten Drittel des 18. Jh. und im 19. Jh. als holzsparende Gründung größere Berücksichtigung.

einigen Zoll Stärke angelegt.⁶⁶² Ebenfalls als Sperrschicht galten vereinzelt Quaderschichten, die mit einem nicht näher bestimmten „wasserfesten“ Mörtel versetzt wurden.⁶⁶³

Holzroste waren horizontal gelegte Schwellen und Bohlen,⁶⁶⁴ die verbunden auf einen weichen, mit Wasser bedeckten Baugrund gelegt wurden.⁶⁶⁵ Die hölzernen Roste⁶⁶⁶ wurden sowohl als „liegende“⁶⁶⁷, „fliegende“⁶⁶⁸, „gestreckte Roste“⁶⁶⁹, „Schwellenroste“⁶⁷⁰ oder „Schwellen“⁶⁷¹ bezeichnet. Für die Roste wurden Schwellhölzer als horizontale Rechtecke oder Quadrate⁶⁷² seltener als Rauten⁶⁷³ angeordnet. Unterschieden wurde in Quer- und Langschwellen,⁶⁷⁴ die sowohl in einer Ebene wie in der Abbildung 114 dargestellt, beispielsweise durch Schwalbenschwanzverbindungen mit einander verbunden waren.⁶⁷⁵ Wegen ihrer größeren Stabilität wurden ab ersten Hälfte des 18. Jh. leicht überkämmt und mit Holzdübeln versehene Zangenkonstruktionen bevorzugt⁶⁷⁶ (Abb. 115, Fig. 69).

Für die Zangenkonstruktion wurden die Querschwellen in gleichmäßigen Abständen (3 bis 5 Fuß (ca. 92,4 bis 157,0 cm) aufgereiht, auf die quer dazu die verbindenden Langschwellen mit annähernd gleichmäßigen Abständen (2½ bis 3 Fuß⁶⁷⁷ (ca. 78,5 bis 92,4 cm)) aufgekämmt wurden. Den Abschluss bildeten Bohlen, die mit Holznägeln auf den Schwellen befestigt wurden,⁶⁷⁸ wodurch ein Absinken der Grundmauer in den Rost verhindert wurde.⁶⁷⁹ Ebenso wurden Ende des 17. Jh. auch Kuhhäute angeführt, die zwischen den Schwellen gespannt waren.⁶⁸⁰

Die Ausmaße der Schwellenroste waren stets größer als die der zu errichtenden Fundamente.⁶⁸¹ Gerade für freistehende Gebäudeecken wurde gefordert, die Roste stärker auszudehnen und zusätzlich mit Pfählen zu verstärken.⁶⁸² Wenn Roste angelegt wurde, dann vorzugsweise für Außenwände. Wenn auch nicht durchgängig, so wurden bisweilen auch Innenwände gegründet. Bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. waren deren Roste durchaus schmaler als die der Außenwände.⁶⁸³ Eine konsequente Verbindung der Roste aller Wände wurde verstärkt ab dem letzten Drittel des 18. Jh. gefordert.⁶⁸⁴ Um einerseits die Stabilität der Gründung insgesamt zu erhöhen und andererseits, um ein ungleichmäßiges Setzen der Wände zu unterbinden, wurden die Gründungen miteinander verbunden. Die Zwischenräume der Schwellenroste wurden mit Kies, Schlacken oder auch Kohlen verfüllt und verdichtet.⁶⁸⁵

Der Schwellenrost galt als anerkannte und gute Gründung bei schlechten Baugründen, die jedoch nicht ganz steif war.⁶⁸⁶ Daher wurde der Schwellenrost vorzugsweise für „wenig belastende Gebäude“⁶⁸⁷, aber auch für Wälle und Mauern⁶⁸⁸ als sicher und dauerhaft angesehen.

Wurden höhere Anforderungen an die Gründung gestellt, dann war der Rost mit eingeramnten Pfählen zu kombinieren.⁶⁸⁹ Diese Kombination wurde dann als „gestreckter“⁶⁹⁰, „stehender Rost“⁶⁹¹, „Pfahlrost“⁶⁹² oder „Pfahl-Balkenrost“⁶⁹³ beschrieben. Trotz der angenommenen hohen Standfestigkeit der Pfahlroste kam es gelegentlich vor, dass sich die Gründungen neigten.⁶⁹⁴ In der Regel wurden Pfähle in einen wasserreichen oder sumpfigen Baugrund eingesetzt.⁶⁹⁵ In Abhängigkeit der Baugründe genügte es, die

grund eingesetzt.⁶⁹⁵ In Abhängigkeit der Baugründe genügte es, die angespitzten Pfähle bei Lehm- und Sandböden anzukohlen,⁶⁹⁶ während bei kieshaltigen Baugründen spitze Eisenschuhe das Einschlagen wesentlich erleichterten.⁶⁹⁷ Während kleinere Holzpfähle mit Hämmern eingeschlagen wurden, mussten größere Pfähle mit aufwendigen Rammen eingebracht werden.⁶⁹⁸ Das Einbringen der Pfähle in den Baugrund war in der Regel eine äußerst aufwendige Angelegenheit und führte häufig zu sehr schadensträchtigen Erschütterungen der benachbarten Gebäude.⁶⁹⁹

Darüber hinaus bewirkte das Einschlagen bei sehr lehm- bzw. tonhaltigen Baugründen dazu, dass die benachbarten Pfähle wieder heraus gedrückt wurden.⁷⁰⁰ Ebenso drohten die Pfähle durch Frost aufzufrieren, weshalb sie in der zweiten Hälfte des 18. Jh. mindestens fünf Fuß⁷⁰¹ (ca. 1,57 m) tief eingeschlagen werden sollten. Damit sichergestellt war, dass sich die Pfähle durch das Einschlagen nicht spalteten, wurden sie im günstigsten Fall mit Eisenringen gefasst.⁷⁰² Nachdem die Pfähle gesetzt waren, wurden sie einheitlich abgearbeitet und durch Verzapfen, Überkämmen, Schwalbenschwanzverbindungen, Holznägel,⁷⁰³ eingelassene Nuten und eingeschobene Bohlen⁷⁰⁴ mit den Holzrosten kombiniert.⁷⁰⁵ Pfähle wurden nur in Ausnahmen zu aufwendigen Spundwänden, beispielsweise bei Wasserbauwerken, nebeneinander stehend aufgereiht.⁷⁰⁶

PFEILER-BOGEN-GRÜNDUNGEN

Bedingt durch den enormen materiellen und finanziellen Aufwand der Holzgründungen waren außerhalb der Mark im 17. Jh. Pfeilergründungen,⁷⁰⁷ sogenannte „Zwischensäulen“⁷⁰⁸ mit „Erbogen“⁷⁰⁹ als steinerne Gründungsmethoden bekannt.

Erbogen wurden sowohl regional durch mittelalterliche Bauwerke als auch durch Beschreibungen Vitruvs zur Überbrückung nicht tragfähiger Baugründe, wie Felsklippen, Moore,⁷¹⁰ nachgebende Stellen oder hohe Wasserstände⁷¹¹ bis in das 19. Jh. angeführt.⁷¹² Solche Erdbogen wurden als Spitzbogen⁷¹³, aber auch in anderen Bogenformen ausgeführt (Abb. 116, Fig. 83). Großen Eindruck hinterließ die Entdeckung von Erdbogen in Sizilien Anfang des 19. Jh., die gezielt unter den Straßen als Erdbebenschutz angelegt worden waren.⁷¹⁴

Zusätzlich erhielten umgedrehte Bogen insbesondere zur Gründung und Sicherung von Säulen und Pfeilern ab der Mitte des 18. Jh. Beachtung.⁷¹⁵ Diese waren, genau wie die Erdbogen, eine bereits in der Antike und der Neuzeit eingesetzte Gründung,⁷¹⁶ die zwischenzeitlich wieder in Vergessenheit geraten war. Die umgedrehten Bogen, die auch als „stützende Gewölbe“⁷¹⁷ umschrieben wurden, fanden ab dem letzten Drittel des 18. Jh. und im 19. Jh. als holzsparende Gründung größere Berücksichtigung⁷¹⁸ (Abb. 116, Fig. 82). Umgedrehte Bogen bzw. größere Tonnengewölbe wurden beispielsweise zum Bau der Schleusen der englischen Kanäle Liverpool / Leeds und Oxford / Lichfield⁷¹⁹ angelegt.

In der Kombination von umgedrehten Bogen, Steinpfeilern und abschließenden Erdbogen, die auch als doppelte Konstruktion umschrieben wurden, stand Ende des 18. Jh. eine als standsicher und sparsam eingestufte Gründung bei schlechten Baugründen zur Verfügung.⁷²⁰ Theoretisch wurden die umgedrehten Bogen auch mit Holzrosten kombiniert, wodurch der vordergründige Preisvorteil der Pfeilergründung allerdings vollständig aufgehoben war.⁷²¹ Während der ersten Hälfte des 19. Jh. stieg das Interesse an der kombinierten Gründung aus umgedrehten Bogen, Pfeilern und Erdbogen als dauerhafte und sparsame Gründung.⁷²² Die Dauerhaftigkeit und der ökonomische Vorteil bezogen sich auf den erforderlichen Aufwand einer vergleichbaren Holzgründung. Der Aufwand für diese steinernen Gründungen war jedoch trotz der möglichen Einsparungen erheblich.

Die steinernen, durch Erdbogen verbundenen Pfeiler stellten dort, wo sie bekannt waren, seit dem Ende des 17. Jh. eine wirtschaftlich und konstruktiv vorteilhafte Gründung leichter und schwerer Steingebäude dar.⁷²³ Als Schutzmaßnahmen vor Ein- und Ausbruch wurde auf solche Gründungen bei Gefängnissen oder Münzen verzichtet.⁷²⁴ Während Pfeiler-Bogen-Gründungen Ende des 18. Jh. für Garten- und Begrenzungsmauern⁷²⁵ größere Akzeptanz fanden, wurde für durchschnittliche Hochbauten an durchlaufenden, gleichmäßigen Holzgründungen oder steinernen Fundamentstreifen weiterhin festgehalten.⁷²⁶

Obwohl die Akzeptanz der Pfeilergründungen während der zweiten Hälfte des 18. Jh. gewachsen war, nicht zuletzt wegen der nachvollzogenen Lastabtragung, bestand dennoch Unsicherheit darin, wie sich die Lastabtragung über eine Pfeilergründung in den Baugrund auswirken würde.⁷²⁷ Aus dieser Unsicherheit heraus wurde teilweise gefordert, wenigstens Eck- und Hauptpfeiler bis auf festem Boden zu führen.⁷²⁸ Um die steinernen Pfeiler als Gründung auszuführen, wurden unterschiedliche Methoden angewendet.

Senkbrunnen

Sehr alte, in der Mark Ende des 18. Jh. jedoch weitgehend unbekannte Gründungsmethoden waren die „Senkbrunnen“⁷²⁹. Diese Gründungen wurde auch als „gesenkte Brunnen“, „Senkschächte“⁷³⁰ oder „versenkte Brunnenmauerung“⁷³¹ beschrieben.

Begonnen wurde mit den Senkbrunnen, in dem flache Schächte ausgehoben wurden. In jedem Schacht wurden zwei miteinander vernagelte Brettringe auf den Boden gelegt,⁷³² deren Breite etwa einer Steinlänge entsprach (die gesamten Ringdurchmesser wurden Ende des 18. Jh. mit 3Fuß⁷³³ (ca. 94,2 cm) angegeben). Auf dem Brettring wurden, sofern vorhanden, keilförmige, ansonsten normalformatige Ziegel⁷³⁴ oder weiche Bruchsteine⁷³⁵ mit einem Kalkmörtel⁷³⁶ gemauert. Dem Kalkmörtel wurde Ziegelmehl⁷³⁷ oder Trass⁷³⁸ zugesetzt. In Höhen zwischen sechs und neun Fuß⁷³⁹ (ca. 188 bis 282 cm) wurden die Arbeiten unterbrochen und der ausgehärtete Mauerring untergraben. Zuvor wurde er äußerlich durch Bohlen und umgebundene Taue gestützt. Dabei war darauf zu achten, dass der Brunnen sich lotrecht

und gleichmäßig ohne Erschütterung senkte. Dieser Vorgang wurde solange wiederholt, bis ein tragfähiger Grund erreicht war.

Hatte der Brunnen sein Ende erreicht, wurde mittig ein Brett in den Brunnen gelegt und der Hohlraum aufgefüllt.⁷⁴⁰ Dazu wurden wechselweise Karren mit Kalkmörtel und Mauerzuschutt eingebracht.⁷⁴¹ Vorteilhafter war es jedoch, an Stelle des Schutts feste Zuschläge wie Ziegel oder Kiesel o.ä. zu verwenden.⁷⁴² Die verfüllten Brunnen wurden mit großen Bruchsteinen übermauert. Die Höhe der Übermauerung wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. mit eineinhalb Fuß⁷⁴³ (ca. 47,1 cm) angegeben. Darüber folgten Ziegelbogen, wodurch die Brunnen untereinander verbunden wurden.⁷⁴⁴ Anhaltspunkte für die Bogenstärke waren die zu überbrückende Entfernung und die einwirkenden Lasten.⁷⁴⁵ Die Stärken wurden in der Mitte des 19. Jh. mit eineinhalb und zwei Fuß⁷⁴⁶ (ca. 47,1 bis 62,8 cm) festgelegt. Die Erdbogen dienten nun als Fundament für das aufgehende Mauerwerk.⁷⁴⁷ Um eine Gefährdung der Gebäudeecken zu vermeiden und zusätzlich gegen ein seitliches Absenken zu sichern, waren in den Ecken zusätzlich Brunnen anzulegen, die mit Stützbogen gegen die Gebäudeecken stießen.⁷⁴⁸

Angeregt durch Schriften von Philibert de l'Orme suchte David Gilly⁷⁴⁹ als Mitglied des Ober-Bau-Departements die Senkbrunnen wegen der geringer angenommenen Herstellungskosten und des weitgehenden Verzicht auf Bauholz⁷⁵⁰ die Brunnen in der Mark einzuführen. Unabhängig von den Bemühungen Gillys wurde aus den gleichen Motiven heraus ein Privatgebäude in der Berliner Friedrichstraße auf „gewöhnlichen Senkbrunnen“⁷⁵¹ gegründet. Die Senkbrunnen wurden wegen der Bemühungen Gillys häufiger als seine Erfindung⁷⁵² dargestellt. Dabei wurde Anfang des 19. Jh. entdeckt, dass Senkbrunnen in Ägypten seit dem 12. Jh.⁷⁵³ und in Indien ab dem 14. Jh.⁷⁵⁴ bereits eine gebräuchliche Gründungsmethode waren. Ebenso wurde auf Alberti⁷⁵⁵ verwiesen, der Senkbrunnen im 15. Jh. beschrieben hatte.

Die Senkbrunnen wurden Anfang des 19. Jh. auf alle Gebäudearten als anwendbar eingestuft. Abgesehen wurde lediglich von Landgebäuden, bei denen der Aufwand als zu hoch beurteilt wurde.⁷⁵⁶ Tatsächlich eingesetzt wurden gesenkte Brunnen für die Ende des 18. Jh. erneuerte Berliner Königsbrücke⁷⁵⁷ sowie einen rückwärtigen Anbau in der Berliner „Louisenstadt“⁷⁵⁸. Dieser Anbau erwies sich in der ersten Hälfte des 19. Jh. als nicht beständig. Die gesenkten Brunnen waren ausgewichen, so dass das Gebäude abgetragen werden musste.⁷⁵⁹ Dieses Negativbeispiel machte aus den Senkbrunnen eine wenig zuverlässige Gründung,⁷⁶⁰ deren Ausführung daher als nicht kontrollierbar erachtet wurde.⁷⁶¹ Zur Sicherheit waren Senkbrunnen nur bei bis zu zweigeschossigen Bauwerken zu verwenden und die Brunnen mit einem Mindestdurchmesser von drei Fuß⁷⁶² (94,2 cm) anzulegen. Um der Gefahr eines Ausbrechens vorzubeugen, sollten Senkbrunnen nicht tiefer als fünfundzwanzig Fuß⁷⁶³ (ca. 7,85 m) ausgeführt werden und mussten untereinander verbunden sein.⁷⁶⁴ Trotz der weitgehenden Ablehnung der Senkbrunnen wurden sie in der ersten Hälfte des 19. Jh. zum Teil für das Moor als eine sinnvolle Gründungsmethode dargestellt.⁷⁶⁵ Dabei in Betracht gezogene Gründungstiefen von 80 bis 100 Fuß⁷⁶⁶ (ca. 25,1

202

gezogene Gründungstiefen von 80 bis 100 Fuß⁷⁶⁶ (ca. 25,1 bis 31,4 m) sind jedoch als Wunschvorstellungen aufzufassen.

Gemauerte Pfeiler

Gemauerte Pfeiler stellten eine weitere Möglichkeit dar, teurere Holzgründungen ersetzen zu können.⁷⁶⁷ Außerhalb der Mark, beispielsweise in Sachsen, waren aufgemauerte Pfeiler mit verbindenden Steinbogen in der Mitte des 18. Jh. eine bekannte Gründungsmethode, auf die „ohne Bedencken eine Mauer“⁷⁶⁸ errichtet werden konnte. Pfeiler waren darüber hinaus Ende des 17. Jh. bekannt⁷⁶⁹ und eine anerkannte häufig bei großen und schweren Gebäuden⁷⁷⁰ und schlechten Baugrundverhältnissen in Erwägung gezogene Gründung.⁷⁷¹ Analog zu den Stützenrastern wurden die Pfeilergründungen auf gerasterte Grundrisse übertragen oder gezielt den angenommenen Hauptbelastungen zugeordnet.⁷⁷²

Im Habsburger Herrschaftsbereich fanden Pfeilergründungen in Verbindung mit Stampflehmbauten nach „ungarischer Art“⁷⁷³ während des letzten Drittels des 18. Jh. größere Berücksichtigung. Daher wurden Pfeilergründungen als eine wesentliche Vereinfachung nicht unterkellelter, einfacher Profanbauten bewertet,⁷⁷⁴ die mit Grundflächen von beispielsweise drei bis vier Quadratfuß (ca. 2,8 und 3,9 m²) und einer Gründungstiefe von zwei Fuß⁷⁷⁵ (ca. 62,8 cm) festgelegt wurden. Die Pfeilerabstände solcher einfachen Bauwerke wurden in der Mitte des 19. Jh. mit drei und vier Fuß⁷⁷⁶ (ca. 94,2 und 125,6 cm) angegeben. Die Pfeiler waren sowohl durch Bogen als auch Schwellen miteinander verbunden. In Verbindung mit äußeren Strebebeylern wurden Pfeilergründungen auch für unterkellerte Gebäude⁷⁷⁷ als anwendbar erachtet.

Für die Pfeiler wurden Schächte gegraben, in denen die Pfeiler direkt auf dem Baugrund oder auf Holzgründungen⁷⁷⁸ aus Steinen und Mörtel hoch gemauert wurden. Die Breite der Pfeiler wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. mit einem bis eineinhalb Fuß (ca. 31,4 bis 47,1 cm)⁷⁷⁹ und einer maximalen Gründungstiefe zwischen achtzehn und zwanzig Fuß⁷⁸⁰ (ca. 565,2 und 628,0 cm) angegeben. Es wurde in Erwägung gezogen, die Pfeiler zur besseren Lastverteilung in der Grundfläche größer anzulegen.⁷⁸¹ Sicherzustellen war, dass der Pfeiler bis auf einen tragfähigen Grund geführt wurde.⁷⁸² Über den Pfeilern folgten entweder verbindende Bogen oder Mauerbänke.⁷⁸³ Die verbindenden Bogen wurden auf einem Erdhaufen oder geschichteten schlechteren Steinen in der gewünschten Form angelegt.⁷⁸⁴ Dabei schlossen die Bogen unterhalb der Oberkante des Erdreichs ab, so dass sie oberirdisch nicht zu sehen waren⁷⁸⁵ oder sie endeten mit dem Gebäudesockel.⁷⁸⁶ Als besonders geschätzte Bogenform wurde vor allem der Halbkreisbogen⁷⁸⁷ empfohlen. Wie bei den Holzgründungen als auch bei den Senkbrunnen waren auch bei den Pfeilergründungen die Gebäudeecken durch zusätzliche Pfeiler und Strebebogen zu verstärken.⁷⁸⁸

Es ist davon auszugehen, dass die Pfeilergründungen parallel zu den Senkbrunnen in der Mark Ende des 18. Jh. größere Beachtung fanden. Dafür spricht, dass die Pfeilergründungen den Senkbrunnen in der ersten Hälfte des 19. Jh. vorgezogen wurden.⁷⁸⁹

Auf einer Pfeilergründung mit verbindenden Mauerbogen wurde die Berliner Bauakademie (1831/36) errichtet. Gewählt wurde die Pfeilergründung in diesem Fall sowohl wegen des schlechten Baugrunds als auch wegen des hohen Wasserstands. Damit wurde eine unterschiedliche Setzung verhindert. Die in einem Raster angelegten Pfeiler waren durch schwache Banquette miteinander verbunden, auf denen verbindende Mauerbogen⁷⁹⁰ errichtet wurden. Die Bogen dienten als Fundament für die aufgehenden Wandscheiben zwischen den Pfeilern.⁷⁹¹ Mit vergleichbaren Pfeilergründungen wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. auch in Frankreich Versuchsbauten wie eine Schmiede in Bajonne⁷⁹² errichtet.

Sandgründung

In Frankreich wurden mit dem Bau des Pariser Kanals St. Martin in den 30er Jahren des 19. Jh. Versuchsgründungen mit einem Meter starken Sandschüttungen für die Kaimauern durchgeführt.⁷⁹³ Auch hier war das treibende Motiv die Suche nach einer preiswerten Ersatzgründung für hölzerne Schwellenroste. Der Sand wurde als Gründung genutzt, indem er entweder als stärkere Sandschicht aufgebracht und anschließend verdichtet wurde oder indem mit ihm Hohlräume verfüllt wurden, die durch zuvor herausgezogene Holzpfähle entstanden waren. Allerdings bestand die Gefahr der Sandausspülung in der Nähe von Fließgewässern.⁷⁹⁴ Das Kanalwärterhaus in Beuvronne war ein weiterer Versuchsbau, der auf einer zwei Meter starken, verdichteten Sandschüttung gegründet wurde.⁷⁹⁵ Das erste deutsche Beispiel war das „Criminal-Gefangenenhaus“ in dem heute niedersächsischen Rehburg. Die eingespülte Sandgründung hatte eine durchschnittliche Schichtstärke von sechs Fuß⁷⁹⁶ (ca. 188,4 cm). Alternativ zum Sand wurde immer wieder verdichteter Schutt als Gründungsmaterial in Erwägung gezogen.

Sandgründungen wurden als Streifenfundament,⁷⁹⁷ Sandplatte oder Sandpfeiler ausgeführt. Die flächigen Sandgründungen wurden auch mit Bruchsteinschichten kombiniert⁷⁹⁸, wie bei der zu Beginn der 30er Jahre des 19. Jh. errichteten Wache von Mousserolles zu Bayonne. Die „Sandpfähle“⁷⁹⁹ wurden wie die übrigen Pfeilergründungen ebenfalls mit Erdbogen untereinander verbunden. Gleichzeitig konnten die Pfeilergründungen in die Mauerpfeiler übergehen, während die Wandscheibe auf dem Bogen errichtet wurde.⁸⁰⁰ Im Vergleich der Sandgründungen mit den Betongründungen in der Mitte des 19. Jh. wurden die Betongründungen als sicherer bewertet.⁸⁰¹

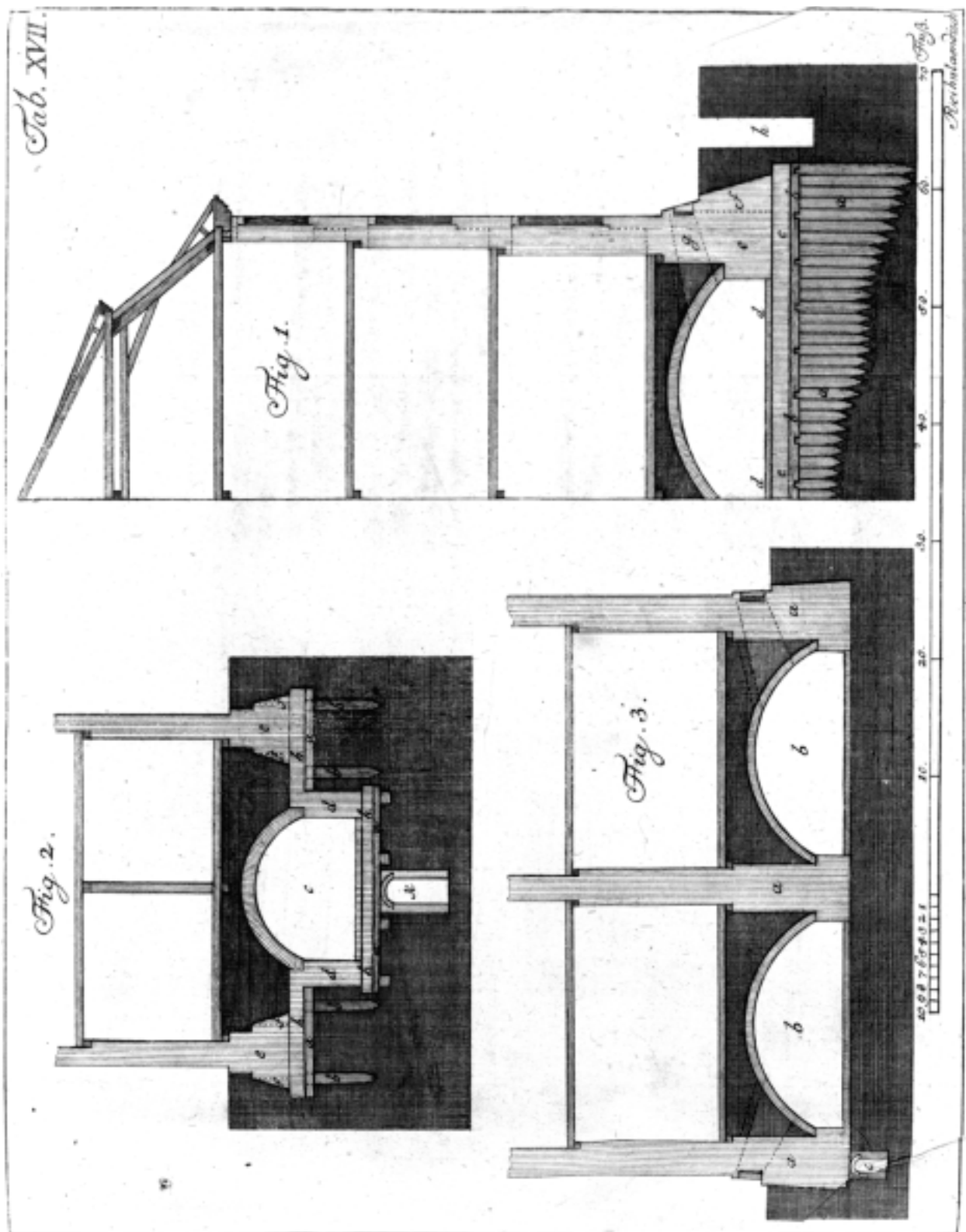


Abb.117 Angermann 1766. Tafel XVII. Der Unterbau, die heute als Kellermauern bezeichneten Außenwände dienen als Stützmauern gegen das anstehende Erdreich und als Gewölbeauflager, das dem jeweiligen Gewölbedruck widerstand.

4. MAUERN

Betongründung

Die mit einem hochhydraulischen Kalkmörtel als sogenanntem „Beton“⁸⁰² gegossenen Gründungen wurden in der Mark in der ersten Hälfte des 19. Jh. nur allmählich zur Kenntnis genommen. Gegossene Mörtelgründungen, insbesondere für Fels, waren zwar während des 18. Jh. bekannt,⁸⁰³ jedoch erst englische und französische Ausführungsbeispiele wirkten in der Mark als Anregung für Betonfundamente.⁸⁰⁴

Mit hydraulischem Kalkmörtel wurde die Gründung bei einem schlechten Baugrund 1760 für den Bau einer Schleuse im englischen Fluss Calder gegossen.⁸⁰⁵ Weitere Betongründungen erfolgten um 1800 für die East-India-Docks und die Fundamente des Penitentiary und des Customhouse in London.⁸⁰⁶ In Frankreich fanden Versuchsgründungen der Kaimauern für den St. Martin-Kanal in Paris in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. größere Aufmerksamkeit. Dort wurde ein hydraulischer Kalkmörtel in Löcher verfüllt.⁸⁰⁷

Während in Großbritannien und Frankreich latent hydraulische Mörtelzusätze zu halbwegs erschwinglichen Preisen angeboten wurden,⁸⁰⁸ waren die Zusätze, allen voran der Trass in den benötigten größeren Mengen in der Mark Brandenburg während der ersten Hälfte des 19. Jh. preislich unerschwinglich.⁸⁰⁹ Da Trass für die Betonherstellung in den 30er Jahren des 19. Jh. als weitgehend unerlässlich angesehen wurde, war Beton nicht bezahlbar.⁸¹⁰

Dieser sogenannte Beton wurde als Gründung entweder in hölzernen Röhren oder Kästen⁸¹¹ aber auch in Hohlräume vergossen, die durch das Herausziehen eingeschlagener Holzpfähle entstanden.⁸¹² Die Abmessungen der hölzernen Kästen wurden in den 40er Jahren des 19. Jh. mit drei Fuß (ca. 94,2 cm) Länge, sechs Fuß (ca. 188,4 cm) Breite und einer Höhe von drei Fuß und drei Zoll⁸¹³ (ca. 102,0 cm) angegeben (vgl. S. 206).

In der ersten Hälfte des 19. Jh. waren bis auf wenige Wasserbauwerke⁸¹⁴ in der Mark keine Ausführungen mit den sogenannten Betongründungen bekannt.⁸¹⁵ Das Interesse an Betongründungen war dennoch sehr ausgeprägt,⁸¹⁶ so dass neben der Vorstellung, Pfahlroste vollständig in Beton ausführen zu können⁸¹⁷ auch die Idee entwickelt wurde, Grobmörtelplatten als Gründung einzusetzen. Diese Mörtelplatten, die heute als Plattenfundamente bezeichnet werden, wurden in ihren Gründungseigenschaften mit einer künstlichen Felsplatte verglichen.⁸¹⁸ Vorgeschlagen wurde, eine mit einer Brettschalung begrenzte Fläche mit Beton auszufüllen. Nach Fertigstellung war der Beton mit einer nassen Sandschicht zum besseren Abbinden zwei bis drei Wochen abzudecken.⁸¹⁹ Während Betonplatten für schlechte Baugründe mit horizontalen Schichtungen als geradezu ideal nahegelegt wurden,⁸²⁰ wurden Betonpfähle für Wasserbauten als geeigneter dargestellt.⁸²¹ Als wesentlich wurde bei den Plattengründungen eine gleichmäßige Lastverteilung angenommen. Störungen wie sie beispielsweise durch einen Turm oder ein zusätzliches Stockwerk über einem Teil entstanden, waren bei dieser in der ersten Hälfte des 19. Jh. nur theoretisch diskutierten Gründung zu vermeiden.⁸²²

Senkkästen

Die Senkkästen waren in der Regel Gründungen, die in stehenden oder fließenden Gewässern, beispielsweise für Brücken oder Kaimauern angelegt wurden. Senkkästen stellten vor allem in Verbindung mit Holzgründungen während des gesamten Untersuchungszeitraums die denkbar aufwendigste Gründungsmethode dar. Sie wurde Ende des 17. Jh. als „gesenkter Kasten“⁸²³ bezeichnet. Weitere Bezeichnungen waren „ausgemauerte Kasten“⁸²⁴, „verlorenes Steinwerk“⁸²⁵, „Kottern“ oder „Grundkästen“⁸²⁶.

Eine Ausführungsvariante bestand darin, bei Niedrigwasser oder in einem künstlich geschaffenen nahezu wasserfreien Bereich Pfahlroste oder Roste anzulegen (vgl. S. 198 ff.). War ein ausreichend fester Baugrund wie Fels vorhanden, erübrigte sich die Holzgründung. Sobald die unterste Gründungsebene sicher war, wurden Steine oder Schutt in hölzernen Kästen über der unteren Gründung versenkt. Dabei diente der Kasten einerseits als Transportmittel, um die Steine gezielt anliefern zu können, wobei ein aufgeschütteter Steinkegel entstand. Andererseits wurden die mit Steinen gefüllten Senkkästen selbst übereinander aufgeschichtet und bildeten mit den Steinen zusammen die Gründung.⁸²⁷ Zusätzlich ließen sich beide Varianten mit einem verbindenden hydraulischen Mörtel kombinieren.⁸²⁸ Anstelle hölzerner Senkkästen wurden Ende des 18. Jh. auch mit Steinen gefüllte Eisenkästen angeführt.⁸²⁹ Senkkästen wurden häufiger als Pfeilergründung angelegt, die wie die meisten Pfeilergründungen durch Bogen verbunden waren.⁸³⁰

STREIFENFUNDAMENT

Unabhängig aller Gründungsmethoden war das Streifenfundament die häufigste Gründungsart. Wesentliche Ursache war zum einen, dass das Streifenfundament während des gesamten Untersuchungszeitraums als eine der sichersten Gründungen angenommen wurde.⁸³¹ Zum anderen war es aus Bruchstein oder anderen preiswert verfügbaren und einem mehr oder weniger guten Mörtel einfach, günstig und dauerhaft herzustellen.⁸³² Im Unterschied zu allen anderen Gründungen wurde das Streifenfundament den erdberührenden Mauern, den Grundmauern, zugerechnet. Die Breiten der Streifenfundamente für Holzbauten wurden um 1800 mit zehn bis zwölf Zoll⁸³³ (ca. 26,0 bis 31,2 cm) angegeben, während die Fundamentbreiten aus Ziegeln für Steingebäude mit vierzehn und fünfzehn Zoll⁸³⁴ (ca. 36,4 und 39,0 cm) und aus Bruchstein mit achtzehn Zoll⁸³⁵ (ca. 46,8 cm) angegeben wurden.

4.2.3. UNTERBAU

Die Gebäudemauern wurden bis in das 19. Jh. in den Unter- und den Oberbau unterteilt.⁸³⁶ Während dem Oberbau im wesentlichen alle oberirdischen Außenwände oberhalb des Gebäudesockels zugerechnet wurden,⁸³⁷ zählten alle erdberührenden Mauern einschließlich des Gebäudesockels zum Unterbau.⁸³⁸ Nur sehr vereinzelt und undeutlich wurde zwischen unter- und oberirdischen Mauern unterschieden, so dass der Sockel in der Regel Bestandteil des Unterbaus war.⁸³⁹ Damit verfügten sowohl Fachwerk- als auch Mauerwerksbauten über einen Unterbau. Bezeichnet wurde der Unterbau⁸⁴⁰ unter anderem als „Fundament“⁸⁴¹, „Fundament-“⁸⁴², „Ring-“⁸⁴³ oder „Grundmauer“⁸⁴⁴, „Grundbau“⁸⁴⁵, „UnterBäue“⁸⁴⁶ oder „Füllmund“⁸⁴⁷.

Der Unterbau konnte sowohl Keller- oder Stützmauer als auch Gewölbewiderlager sein⁸⁴⁸ (Abb. 117). Eine der wesentlichen Funktionen des Unterbaus bestand darin, die Lasten der aufgehenden Bauteile dauerhaft tragen zu können,⁸⁴⁹ weshalb dem Unterbau bei Gewölben als Gewölbewiderlager für die Lastabtragung bis in das 19. Jh. ein sehr großer Stellenwert beigemessen wurde⁸⁵⁰ (vgl. S. 292 ff.).

Sowohl wegen der lastleitenden Funktion,⁸⁵¹ als auch unter Hinweis auf Vitruv,⁸⁵² wurde der Unterbau breiter als das aufgehende Mauerwerk angelegt. Auch wenn die Mauerstärke sich bis in das 19. Jh. weitgehend an der beabsichtigten Mauerstärke des Oberbaus mit ein- und beidseitigen Überständen zwischen zwei und sechs Zoll⁸⁵³ (ca. 5,2 und 15,6 cm) orientierte,⁸⁵⁴ kam in der zweiten Hälfte des 18. Jh. verstärkt der Mauerhöhe, dem Mauerquerschnitt, den Steinarten⁸⁵⁵ und der Baugrundbeschaffenheit⁸⁵⁶ Bedeutung für die Festlegung der Mauerstärke zu.⁸⁵⁷

Ausgehend von einem trapezförmigen Mauerquerschnitt war es günstig, den Unterbau unten breiter anzulegen und mit wachsender Höhe einzuziehen.⁸⁵⁸ Zwischen dem 17. und dem 18. Jh. wurde die schräge Böschung vorgezogen,⁸⁵⁹ während im Verlauf des 18. Jh. und im

19. Jh. ein abgestufter Mauerquerschnitt für die erdberührenden Unterbauten bevorzugt wurde.⁸⁶⁰ Die Abstufungen wurden als „Bank“⁸⁶¹, „Fußbank“ oder „Banquet“⁸⁶² bezeichnet. Die erste Steinschicht der unteren Bank wurde möglichst aus geordneten Steinschichten ohne Mörtel angelegt.⁸⁶³ Ihr wurde eine größere Beachtung beigemessen, weshalb sie als Bank oder „Hauptbanquet“⁸⁶⁴ bezeichnet wurde.⁸⁶⁵ Die einzelnen Mauerabstufungen wurden in der Regel in Bezug zur Höhe nach Faustregeln festgelegt (etwa alle 2 Fuß⁸⁶⁶ (ca. 62,8 cm) beidseitig um 2 ½ bis 6 Zoll⁸⁶⁷ (ca. 6,5 bis 15,6 cm) eingerückt). Teilweise wurde innen eine stärkere Abstufung als außen gefordert.⁸⁶⁸ In der Regel erfolgte eine Abstufung im Übergang von Erdreich zum Mauersockel.⁸⁶⁹ Ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde verstärkt darauf geachtet, dass für den Unterbau, soweit dies finanziell möglich war, frostbeständige Steine eingesetzt wurden, die sich möglichst durch ein geringes Wasseraufnahmevermögen auszeichnen sollten.⁸⁷⁰ Während in der Mitte des 18. Jh. große Natursteine noch als vorteilhaft erachtet wurden,⁸⁷¹ gewannen lagerhafte Natursteine⁸⁷² und hochwertige Ziegel⁸⁷³ im Verlauf des 18. Jh. und der ersten Hälfte des 19. Jh. mehr Bedeutung. In den größeren märkischen Städten und bei wichtigen, staatlich geförderten Bauvorhaben wurden überwiegend lagerhafte Kalksteine, Ziegel und Kalkmörtel⁸⁷⁴ für den Unterbau bis in die erste Hälfte des 19. Jh. eingesetzt.⁸⁷⁵ Für untergeordnete Bauwerke, sowie durchschnittliche Unterbauten in kleineren Städten und auf dem Land wurden dagegen alle verfügbaren Steine und Mörtelarten eingesetzt.⁸⁷⁶ Gips stand als geschätzter Mörtel während des 18. Jh. wegen des hohen Preises nicht zur Verfügung. Konstruktiv wurde Gipsmörtel für die erdberührenden Mauern ab den 20er Jahren des 19. Jh. gemieden, da er nun für das Entstehen des Hausschwamms mit verantwortlich gemacht wurde.⁸⁷⁷ Je nach Bevorzugung wurden Kalk- oder Lehm Mörtel als besonders vorteilhaft und dauerhaft für den Unterbau dargestellt.⁸⁷⁸ Entscheidend waren letztlich die jeweiligen finanziellen Möglichkeiten, weshalb außerhalb der Residenzen Lehm-Kalk-Gemische stärker vertreten waren.⁸⁷⁹

Durch die Absicht, auch den Unterbau durch geordnete, waagrecht⁸⁸⁰ ausgerichtete Mauerverbände⁸⁸¹ zu stabilisieren, veränderte sich verstärkt ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. auch der Grundgraben, womit sowohl das angrenzende Erdreich als auch die Erdauffüllungen bezeichnet wurden.⁸⁸² Bis dahin wurde angestrebt, jegliche nachträgliche Erdauffüllung zwischen anstehendem Erdreich und dem Unterbau weitgehend zu vermeiden,⁸⁸³ da nachgefülltes Erdreich immer nachsackte.⁸⁸⁴ Der Unterbau wurde daher gegen das Erdreich errichtet, wobei er häufiger aus einer mehr oder weniger geschichteten Schüttung aus Lehm oder einem Mörtelgemisch hergestellt wurde. Um eine stabile Mauer sorgfältig aufzuschichten, war beidseitig ein Arbeitsraum freizuhalten, der die Errichtung zuließ. Nur bei einem äußeren, ausreichend breiten Grundgraben war es möglich, außen auch Absperputze und weitere Abdichtungen anbringen zu können. Der Graben wurde anschließend vollflächig mit Feldsteinen, Ziegelbruch u.a. verdichtet.⁸⁸⁵ Im Vorfeld der Eingänge und Zufahrten wurde ver-



Abb.118 Schloss Steinhöfel Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel-Heinersdorf. Der Sockel ist zweifach abgestuft um das Gebäude gestalterisch stärker hervorzuheben (Aufnahme 1998).

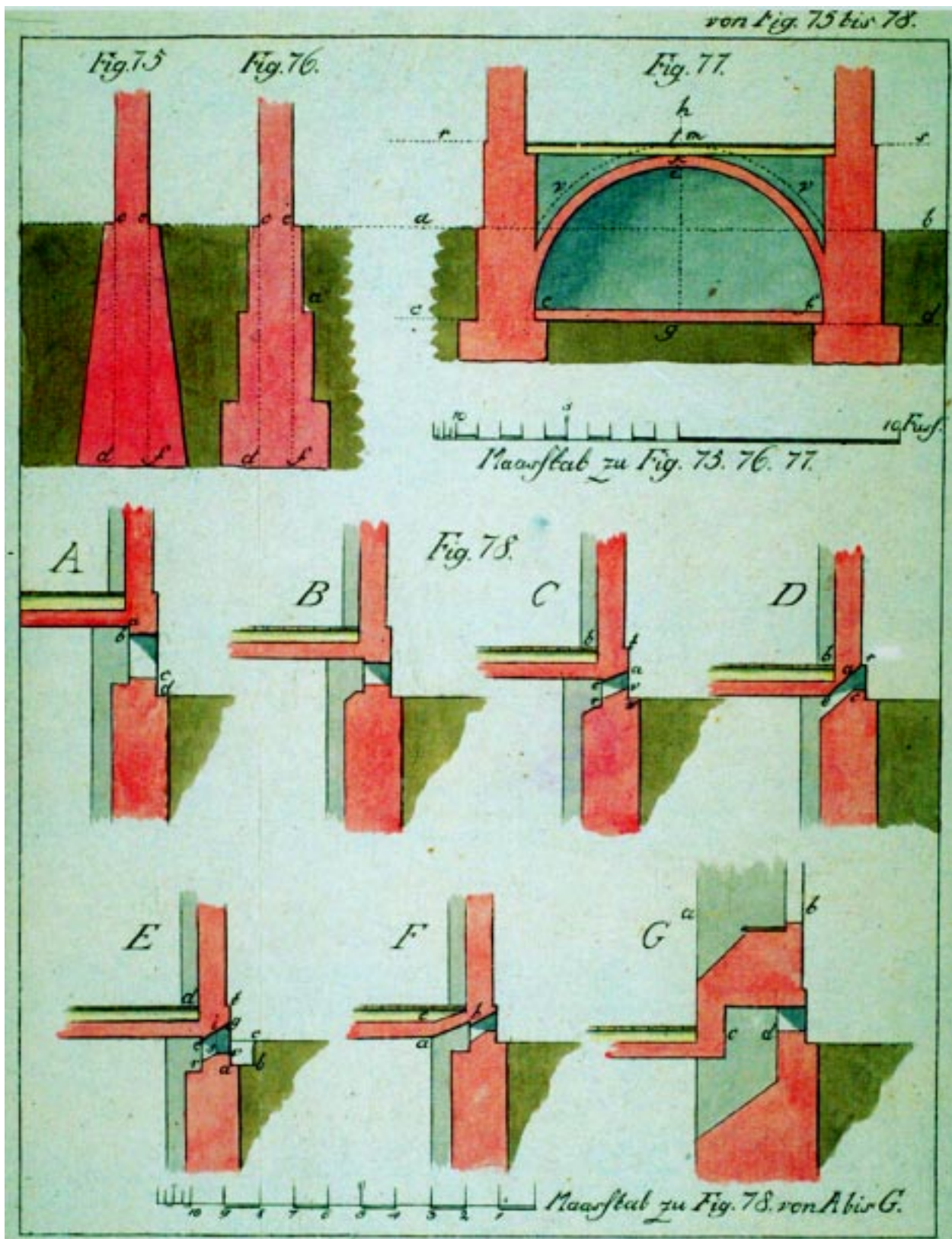


Abb.119 Gilly 1797 Tafel Figur 75 bis 78. Angestrebt wurde den Sockel in gleicher Höhe mit der Oberkante des Fertigfußbodens im Erdgeschoss wie in Figur 77 zu enden. Diese Sockelausbildung ließ sich bei unterschiedlichen Geländeniveaus jedoch nicht aufrecht erhalten, da die Öffnungen bzw. der ganze Sockel in der Erde verschwinden konnten. Um dennoch Kelleröffnungen innerhalb des Sockels anlegen zu können, wurden entweder wie in Abbildung 126, Figur 78 B die Öffnung verkleinert, die Öffnung wie in Figur 78 C bis F innerhalb des Mauerquerschnitts verzogen oder wie in Figur 78 G gestalterische und konstruktive Sockelausbildungen aufgehoben. Der Sockelabschluss war mit der Oberkante des Erdgeschossbodens nicht mehr bündig.

sucht, auf weite Grundgraben weitgehend zu verzichten. Wegen der großen Bedeutung einer geordneten, gleichmäßig geschichteten, stabilen Herstellung wurden Erdgräben Ende des 18. Jh. häufiger angelegt,⁸⁸⁶ wenngleich gegen das gewachsene Erdreich gegossene und gestampfte Unterbauten weiterhin Anwendung fanden.⁸⁸⁷ In Berlin wurden Grundgraben abgeböscht angelegt, damit das Erdreich während der Herstellung nicht nachrutschte.⁸⁸⁸ Dennoch war es in der Stadt Brandenburg bis in die Mitte des 19. Jh. durchaus üblich, Unterbauten gegen das gewachsene Erdreich anzulegen.

Damit das Gebäude während der Errichtung nicht in eine Schiefelage geriet⁸⁸⁹, waren sowohl der Unterbau⁸⁹⁰ als auch das gesamte Bauwerk gleichmäßig verteilt auszuführen. Dabei wurden bis in die erste Hälfte des 19. Jh. vorrangig die Außenwände⁸⁹¹ und nur untergeordnet auch die Innenwände mit einbezogen.⁸⁹² Gleichzeitig hielt man bis in das 19. Jh. an der Vorstellung fest, der fertiggestellte Unterbau müsste sich erst setzen, bevor mit der weiteren Errichtung fortgefahren werden konnte.⁸⁹³ Um die zeitliche Bauunterbrechung möglichst gering zu halten, war der Unterbau im Herbst fertig zustellen, so dass im Frühjahr mit den Arbeiten fortgefahren werden konnte.⁸⁹⁴

Bei unterkellerten Gebäuden wurde der Unterbau in Abhängigkeit des Grundwasserstandes⁸⁹⁵ ab dem letzten Drittel des 18. Jh. bei guten und mittleren Baugründen ein bis zwei Fuß⁸⁹⁶ (ca. 31,4 bis 62,8 cm) unter die Kellersohle geführt.

SOCKEL

Der Sockel als oberirdischer Teil des Unterbaus⁸⁹⁷ wurde als „Zocke“⁸⁹⁸, „Sockel“⁸⁹⁹, „Sockel“⁹⁰⁰, „Basament“⁹⁰¹, „Fuß“⁹⁰², „Plinte“⁹⁰³, (Plinthe)⁹⁰⁴, „Absatz“⁹⁰⁵ oder „Bühne“⁹⁰⁶ beschrieben, der sowohl bei unterkellerten als auch bei nicht unterkellerten Gebäuden angelegt wurde. Häufig war der Sockelanfang mit einer Abstufung⁹⁰⁷ (ca. 7,8 cm) in Höhe des Straßenniveaus oder einem äußerlichen Materialwechsel klar definiert. Ebenso war in der Regel der obere Abschluss mit dem Niveau der Oberkante des Erdgeschossfußbodens eindeutig bestimmt.⁹⁰⁸ Gestalterisch besaß der Sockel eine sehr hohe Wertschätzung, der auch bei einfacheren Gebäuden nicht fehlen durfte,

„weil es sonst aus der Erde herausgewachsen zu seyn scheint“⁹⁰⁹. „Nicht leicht erhält ein Gebäude ein ärmeres Ansehen, als beim Mangel eines Sockels. Dieser Mangel ist um so unangenehmer, je wesentlicher das Daseyn eines Sockels wäre. Dieser wird aber wesentlich für den Ausdruck der Standhaftigkeit, die keiner Freimauer fehlen darf“⁹¹⁰.

Eine Sockelunterbrechung, wie sie sich für Gebäudedurchfahrten zwangsläufig ergab, wurde daher bis in das 19. Jh. als massive gestalterische Störung und konstruktive Schwächung des Unterbaus angesehen.⁹¹¹ Schon aus Platzgründen und der praktischen Umsetzbarkeit mussten die Sockel städtischer und ländlicher Bauwerke für Durchfahrten und einzelne Eingänge unterbrochen sein.⁹¹² Dagegen wurde die repräsentative Gestaltung in der Regel bei

den Eingangstüren eingehalten, in dem mehr oder weniger aufwendige Treppenanlagen bis in Sockelhöhe vorgestellt wurden. Anstelle der Treppenanlagen wurden bei besonders repräsentativen Bauwerken auch Rampen⁹¹³ angelegt, wie die vorgesetzten Rampen der in Folge des Zweiten Weltkriegs stark veränderten Berliner Palais Unter den Linden 3 (ehem. Kronprinzen-Palais) und 9 (ehem. Palais Kaiser Wilhelm I.).

Um die liegende Sockelwirkung zu erhöhen und dem gesamten Bauwerk eine in sich ruhende optische Stabilität zu vermitteln, war der Sockel gegenüber der aufgehenden Mauer waagerecht abzuschließen⁹¹⁴ und ausladender anzulegen.⁹¹⁵ Solche Rücksprünge wurden zu Beginn des 19. Jh. zwischen eineinhalb und fünf Zoll⁹¹⁶ (ca. 4,0 bis 13,2 cm) angegeben. Teilweise wurde auch nach eingeschossigen Gebäuden mit einem Rücksprung von einem halben bis dreiviertel⁹¹⁷ Zoll (ca. 1,3 bis 1,95 cm) und bei zweigeschossigen Gebäuden mit einem Rücksprung von drei bis sechs Zoll⁹¹⁸ (ca. 7,8 bis 15,6 cm) unterteilt. Bei höheren Gebäuden wurde die optische Wirkung durch einen größeren Absatz noch verstärkt.⁹¹⁹ Eine vergleichbare Wirkung wurde mit einem gestaffelten Sockelabschluss angestrebt,⁹²⁰ wie er beispielsweise bei den Seitenflügeln des Schlosses Steinhöfel, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel-Heinersdorf, erfolgte (Abb. 118).

Eine weitere Möglichkeit, die optische Gebäudestabilität zusätzlich zu erhöhen bestand darin, den Sockel zu böschen.⁹²¹ Entsprechend der hohen gestalterischen Bedeutung der Sockel erhielten die sichtbar eingesetzten Materialien ebenfalls eine sehr große Beachtung. Die stabilste optische Wirkung wurde den Werksteinsockeln zugeschrieben, die im Ideal möglichst geböscht oder abgestuft angelegt wurden,⁹²² wie dies bei dem ehemaligen Prinz-Heinrich-Palais (1748-53), Unter den Linden 6 in Berlin, berücksichtigt wurde. Die Besonderheit des Prinz-Heinrich-Palais liegt darin, dass der Sandsteinsockel nur bis zum Fensteranschluss der Sockelfenster reicht und darüber gestalterisch mit einem Quaderputz fortgeführt wird.

Als Sockelverblendung wurden vor allem in den märkischen Residenzstädten Berlin und Potsdam Sandsteinplatten eingesetzt.⁹²³ Sockel wurden auch mit Sichtziegeln oder gebrochenen und gespaltenen Natursteinen verkleidet.⁹²⁴ Auch wenn noch Anfang des 19. Jh. übertünchte Sockel als billige Überdeckung eines „schwächlichen Mauerstoff[s]“⁹²⁵ empfunden wurden, so waren geputzte Sockel in der Mark bei den vorhandenen ungünstigen materiellen und ökonomischen Gegebenheiten vor allem in den Städten dennoch nichts Ungewöhnliches.

Mit dem Sockel waren darüber hinaus ganz handfeste konstruktive Überlegungen verbunden. Die wichtigsten Funktionen waren eine sichere Lastabtragung⁹²⁶ und der Nässeschutz gegenüber Spritzwasser und aufsteigender Feuchtigkeit.⁹²⁷ Dazu wurden festere, wasserbeständige Materialien eingesetzt.⁹²⁸ Der Baustoffwahl für die Sockel kam je nach Eignung ab



oben, Abb.120 Sandsteinsockel Spornstraße 6 (1773) in Potsdam, Der Unterbau wurde als Schalenmauerwerk ausgeführt, das äußerlich durch Sandsteinplatten und innen durch ein Ziegelmauerwerk begrenzt wurde. Lediglich der Mauerkern in der Gebäudeecke wurde mit etwas geordneteren Ziegelschichten errichtet.



rechts, Abb.122 Neues Museum (1841/55) in Berlin-Mitte, Der Sandsteinsockel hat lediglich eine gestalterische Funktion. Die tragende Mauer wurde zuerst errichtet und die Natursteinplatte als Verkleidung eingesetzt.



Abb.121 Sandsteinsockel Auguststraße 69 (vor 1792) in Berlin-Mitte, Der Mauerkern wurde mit gebrochenen Steinen und Mörtel grob verfüllt. Die Sandsteinplatten wurden auf eine Ziegelrollschicht aufgesetzt. Nach dem als Schalenmauerwerk errichteten Unterbau folgt für die Wände ein Mauerwerk im Verband (Aufnahme 1996).

4. MAUERN

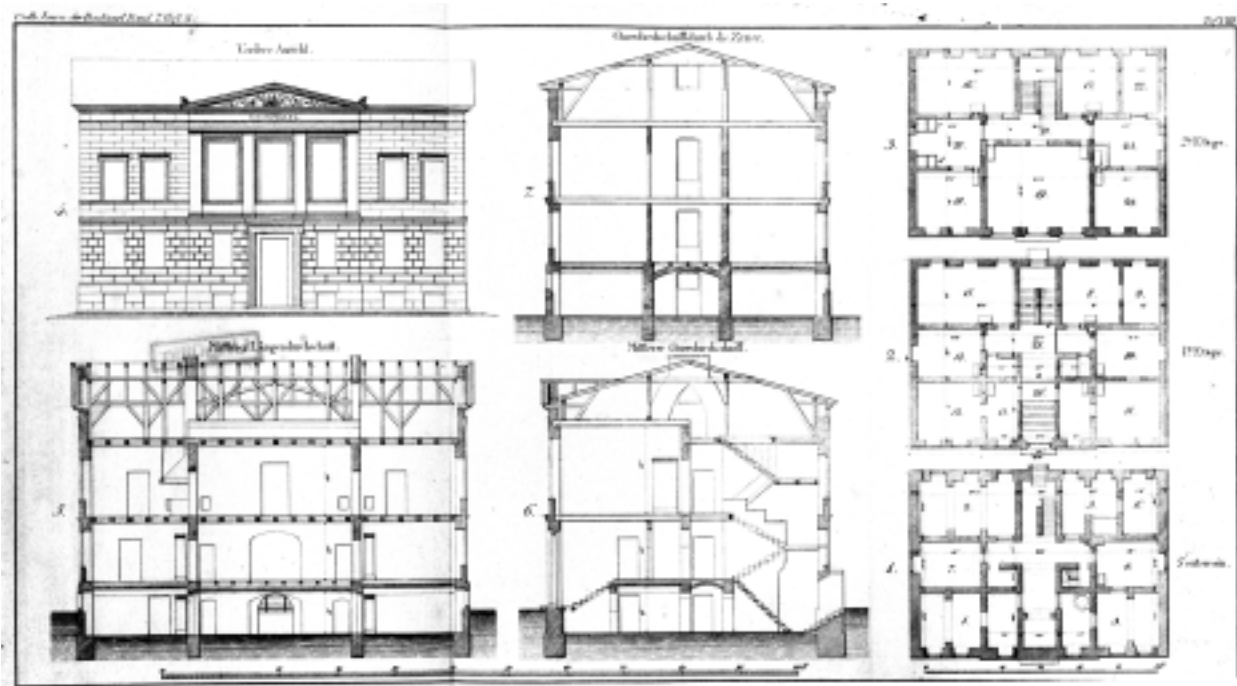


Abb.123 Hampel, 1834. Tafel VIII. Das „Lazareth-Gebäude“ der „Cadetten-Anstalt zu Potsdam“ (1830/31) Der Unterbau wurde vollständig mit Kalksteinen errichtet und nur der Sockel äußerlich mit den hochwertigen Rathenauer Ziegeln verblendet und anschließend mit einem Quaderputz versehen. Die Hauptmauern wurden als Ziegelmauerwerk ausgeführt. Die unterschiedliche Materialwahl und der konstruktive Wandaufbau lassen sich aus der Zeichnung allerdings nicht entnehmen.



Abb.124 geböschter Sockel, Grosse Bildergalerie (1755/63) in Potsdam-Sanssouci, verwendet wurden geschichtete lagerhafte Kalksteine

der zweiten Hälfte des 18. Jh. auch für einfachere Bauwerke eine wachsende Bedeutung zu, konnte allerdings aus ökonomischen Gründen nicht konsequent beachtet werden.⁹²⁹

Infolge der zunehmenden Bedeutung des Verbandsmauerwerks glichen sich Ober- und Unterbau in ihrer Herstellung zunehmend an. Gleichzeitig erübrigte sich die konstruktive Zäsur von Ober- und Unterbau durch die wichtiger werdenden Lastabtragungen.⁹³⁰ Eine weitere Ursache bestand in den veränderten Nutzungsanforderung der Keller während des 18. Jh. Um die gewünschte Kellerbelichtung und -belüftung sicherzustellen, war nicht mehr die Sockelhöhe, sondern der örtliche Wasserstand und Geländeverlauf entscheidend.⁹³¹ Die Regel Kellerfenster nur im Sockelbereich anzulegen und den Sockel bündig mit der Oberkante des Erdgeschossbodens abzuschließen, wurde ab der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend aufgegeben. Um diese Regel dennoch einzuhalten, ergab sich bei Gurt- oder Kappenwölbung und einem gemauerten Fenstersturz eine reine Konstruktionshöhe von ein Fuß und dreidreiviertel Zoll⁹³² (ca. 41,2 cm), so dass sich bei einer ausreichend großen Öffnung der Kellerfenster eine Sockelhöhe von ungefähr drei Fuß⁹³³ (ca. 94,2 cm) ergab so wie in Abbildung 119 dargestellt.

Diese Sockelausbildung ließ sich bei unterschiedlichen Geländeniveaus jedoch nicht aufrecht erhalten, da die Öffnungen bzw. der ganze Sockel in der Erde verschwinden konnten. Um dennoch Kelleröffnungen innerhalb des Sockels anlegen zu können, wurden entweder wie in Abbildung 119, Figur 78 B die Öffnung verkleinert, die Öffnung wie in Figur 78 C bis F innerhalb des Mauerquerschnitts verzogen oder wie in Figur 78 G gestalterische und konstruktive Sockelausbildungen aufgehoben. Der Sockelabschluss war mit der Oberkante des Erdgeschossbodens nicht mehr bündig.

Als beeinträchtigend wurden Raumzugänge in den Durchfahrten angesehen, da zusätzliche raumbeanspruchende Stufen berücksichtigt werden mussten, sofern die reguläre Erdgeschoßebene nicht tiefer gelegt wurde. In der stärkeren Gewichtung solcher Nutzungsaspekte und ökonomischer Faktoren bestand eine weitere Ursache, die zur Aufhebung der konstruktiven Unterteilung in Ober- und Unterbau Ende des 18. Jh. führte.⁹³⁴ Der Sockel wurde zunehmend zu einem äußerlich gestaltenden Mauervorsprung.⁹³⁵

Vor allem durch die nutzungsbedingte, gestalterische und konstruktive Aufgabe von Ober- und Unterbau konnte sich die Innenwand aus Sockel und aufgehender Wand zusammensetzen. In solchen Fällen war von einem vorstehenden Sockel innen Abstand zu nehmen.⁹³⁶ Stattdessen wurden je nach Erfordernis auch für den Sockel unterschiedliche Baumaterialien eingesetzt, so dass beispielsweise nur innen Lehmörtel verarbeitet wurden.⁹³⁷

Um Gebäude vor Spritzwasser zu schützen, war um 1800 eine Sockelhöhe von wenigstens achtzehn Zoll⁹³⁸ (ca. 46,8 cm) theoretisch nicht zu unterschreiten. Dabei ging man davon aus, dass eine Holzbalkendecke in dem Sockel eingebunden war, ohne befürchten zu müssen, dass die Holzbalken dauerhaft der Feuchtigkeit ausgesetzt waren.⁹³⁹

Als durchschnittliche Sockelhöhen wurden Anfang des 19. Jh. ein Fuß bis vier Fuß⁹⁴⁰ (ca. 31,4 bis 125,6 cm) angegeben, obwohl gerade bei einfachen Bauwerken das unmittelbar über der Erde endende Streifenfundament die Bedeutung eines Sockels hatte und Deckenbalken fehlten. Verstärkt in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde als Spritzwasserschutz vorgeschlagen, einen konstruktiven Sockel bis zur Fenstersohlbank auszuführen.⁹⁴¹

Sandsteinsockel

Entsprechend der bestehenden Bauteilunterteilung der Außenwände in Ober- und Unterbau wurden beispielsweise die Gebäude in der Auguststraße 69 (vor 1792) in Berlin-Mitte (Abb. 121) oder das Gebäude in der Potsdamer Spornstraße 6 (1773) im Sockel (Abb. 120) mit verblendeten Sandsteinplatten errichtet, deren Stärke um 1800 und in der ersten Hälfte des 19. Jh. mit fünf und sechs Zoll⁹⁴² (ca. 13,0 und 15,6 cm) angegeben wurde. Mit Ausnahme der freistehenden Gebäudeecke des Potsdamer Gebäudes wurde die Sandsteinverblendung mit Bauschutt und Gussmörtel hinterfüllt, während die Außenwände im Keller durch ein geordnetes Ziegelmauerwerk begrenzt wurden. Der Sockel in der Gebäudeecke wurde im Kern aus geschichteten, jedoch kaum verzahnten Ziegeln aufgeschichtet.

Die Sandsteinplatten des Gebäudes in der Berliner Auguststraße 69 lagerten auf einer Rollschicht. Die Sandsteinplatten beider Gebäude wurden mit einem Mörtel versetzt, während die einzelnen Sandsteinplatten des Gebäudes in der Potsdamer Yorckstraße 19/20 (1776) zusätzlich mit Eisenklammern untereinander verbunden waren. Das aufgehende Mauerwerk der beiden angeführten Potsdamer Gebäude ragt über die Sandsteinplatten, so dass die Sandsteinplatten nur drei bis fünf Zentimeter vorstehen und den konstruktiven Beschreibungen mit einem Überstand der Sockelplatten von eineinhalb bis zwei Zoll⁹⁴³ (ca. 3,9 bis 5,2 cm) entsprechen. Davon abweichend stand der Sandsteinsockel in der Auguststraße 69 in Berlin-Mitte mit sieben bis neun Zentimeter wesentlich stärker hervor und ging in ein stark profiliertes Putzgesims über. Um 1800 wurde nahegelegt, statt der kostspieligen Sandsteinplatten in der Mark Sockelverblendungen aus Ziegeln oder gesprengten oder behauenen Natursteinen vorzuziehen.⁹⁴⁴ Ab der Mitte des 19. Jh. standen als preiswertere und dauerhaftere Werksteine auch Granitblöcke⁹⁴⁵ als Sockelverkleidung zur Verfügung. Während des 19. Jh. hatten mit Werksteinplatten verkleidete Sockel dekorativen Charakter und standen mit der zuerst errichteten, tragenden Mauer nicht mehr im Verbund (Abb. 122).

Ziegelsockel

Verputzte, aus Ziegeln errichtete Sockel waren während des gesamten Untersuchungszeitraums in der Mark weitgehend bestimmend. Für die Sockel wurden in der Regel äußerlich bessere Ziegelqualitäten, sogenannte Klinker verwendet, während für das übrige aufgehende Mauerwerk meist geringere Ziegelqualitäten eingesetzt wurden.⁹⁴⁶ Die verputzten Mauerwerke wurden während des 18. Jh. in einem unregelmäßigen Blockverband⁹⁴⁷ errichtet, der in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. zu Gunsten des Kreuzverbandes zunehmend aufgegeben wurde. Das Sockelmauerwerk wurde in der Regel mit einer Rollschicht abgeschlossen, die allerdings wie bei der Schauspielerkaserne in Potsdam nicht zwangsläufig erfolgen musste. Reparaturen der Sockelmauerwerke führten häufig dazu, dass ein unregelmäßiger Binderverband zurückblieb. Als Beispiel für einen Ziegelsockel des frühen 18. Jh. lässt sich die Dokumentation des heute nicht mehr bestehenden Potsdamer Gebäudes Am Kanal 23a (1722) anführen. Es wurde auf einem Pfahlrost gegründet, auf dem eine Bruchsteinwand aus Kalkstein bis zur Kellersohle errichtet worden war. Dann erfolgte ein Mauerabsatz und die Wand wurde mit Kalksteinen bis zum Erdgeschossfußboden weitergeführt. Allerdings war die oberirdische Wandfläche des Unterbaus, der Sockel, äußerlich mit Ziegeln verblendet.⁹⁴⁸ In welchem Verband die Ziegelverblendung erfolgte, geht aus der Dokumentation nicht hervor.

An dieser Konstruktion des Unterbaus wurde auch noch im ersten Drittel des 19. Jh. wie bei dem Lazarettgebäude der Kadetten-Anstalt in Potsdam (1830/31) festgehalten. Der Unterbau wurde vollständig mit Kalksteinen errichtet und nur der Sockel äußerlich mit den hochwertigen Rathenauer Ziegeln verblendet und anschließend mit einem Quaderputz versehen.⁹⁴⁹ Die Hauptmauern wurden als Ziegelmauerwerk ausgeführt.⁹⁵⁰ Die unterschiedliche Materialwahl und der konstruktive Wandaufbau lassen sich aus der Zeichnung Abbildung 123 allerdings nicht entnehmen.

Ziegelsichtige Sockelmauerwerke waren während des 18. Jh. eher die Ausnahme. Die sichtbar aus Ziegel errichteten Sockel wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. als wesentlich attraktiver im Vergleich zu geputzten Sockeln eingestuft.⁹⁵¹ Letztlich war die größere Verbreitung eine Folge des verbesserten und preisgünstigeren Ziegelangebots in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. Die ziegelsichtigen Sockel wurden ab dem zweiten Drittel des 19. Jh. zunehmend auch als mehrschalige vor Feuchtigkeit schützende Mauerwerke ausgebildet.

Kalksteinsockel

Kalksteinsockel wurden bis in die Mitte des 18. Jh. überwiegend für herrschaftliche, staatliche oder staatlich geförderte Bauten eingesetzt und wurden als geböschtes Bruchsteinmauerwerk angelegt, wie bei der königlichen Bildergalerie in Potsdam (Abb. 124).

Nicht gebösch, so wurde der Sockel des Speichergebäudes (um 1795) in der Magazinstraße in Fürstenwalde, Landkreis Oder-Spree, ebenfalls mit lagerhaften, unregelmäßigen Kalksteinen ausgeführt. Wenn auch seltener, so konnte wie bei der ehem. Provinzial-Irrenanstalt (1799) in der Schifferstraße 5-5b in Neuruppin, der Kalksteinsockel als hammerrechtes Schichtenmauerwerk ausgeführt werden.

Analog zu den Sandstein- und frühen Ziegelsockeln wurden Kalksteine um 1800 meist nur als Verblendung verarbeitet.⁹⁵² Von der Verarbeitung „von kalkartigen Steinen“⁹⁵³ für den Unterbau wurde bei feuchten Baugründen während der ersten Hälfte des 19. Jh. verstärkt abgeraten, da eine Salpeterbildung in Verbindung mit einer ständigen Mauerdurchfeuchtung befürchtet wurde.⁹⁵⁴

Natursteinsockel

Sockelmauerwerke aus unregelmäßigen, gebrochenen und gespaltenen Natursteinen, vorrangig Granitfindlingen, Kieseln und teilweise Ziegelanteilen waren die häufigsten Sockelmauerwerke in der Mark für ländliche und städtische Fachwerkbauten, landwirtschaftliche Nutzbauten sowie untergeordnete Wohnbauten. Darüber hinaus wurden Natursteinsockel aber auch für repräsentativere Bauten, wie das Gutshaus in Beerbaum (um 1818), Landkreis Märkisch Oderland, Amt Falkenberg-Höhe oder dem Frei- und Logierhaus in Bad Freienwalde (1788/91), Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Bad Freienwalde Insel (Abb. 125), aber auch dem Gerichtsgebäude in Angermünde (um 1850) (Abb. 126), eingesetzt.

Die aufwendigeren, repräsentativeren Natursteinsockel konnten, wie das Beispiel des Gutshauses in Beerbaum zeigt, bis in das 19. Jh. als Schalenmauerwerke errichtet sein. Dabei wurden die Steine als sogenannte „Kopfsteine“⁹⁵⁵ wie Binder angeordnet, die zusätzlich mit kleineren Steinstücken ausgezwickelt wurden. Für die Verblendung wurde in der Regel ein stärker kalkhaltiger Mörtel eingesetzt. Der Mauerkern wurde indessen häufiger mit lehmgestreckten Mörteln verfüllt. Der Mauerabsatz zwischen Sockel und aufgehendem Mauerwerk war nur gering oder entfiel ganz. Auch wenn lagerhafte Steine oder eine Ziegelrollschicht einen abgleichenden Abschluss bilden sollten,⁹⁵⁶ wurden Roll- und Binderschichten nicht konsequent angelegt. Wurden Natursteinsockel mit einem Absatz ausgebildet, dann war eine leichte Schräge für die gezielte Wasserableitung günstig,⁹⁵⁷ wenngleich sie eher eine Ausnahme darstellte.

Die schlichteren Natursteinsockel vor allem kleinstädtischer und ländlicher Bauwerke wurden aus allen verfügbaren Steinen, ganzen und gebrochenen Granitbrocken, Kieseln und Ziegelstücken mit lehm- bzw. kalkhaltigen Mörteln errichtet. Waren die Gebäude nicht unterkellert, dann wurde der innere Hohlraum in Höhe des Sockels vollständig bis zum Erdgeschossfußboden, wie bei den Lehmstampfbauten in Beerbaum, Landkreis Märkisch Oderland, Amt Falkenberg-Höhe, und Reudnitz-Krollshof, Landkreis Oder-Spree, Amt Friedland,

Abb.125 Sockel, Frei und Logierhaus in Bad Freienwalde, Landkreis Märkisch-Oderland (1788/91), Bruchsteinverblendung.



Abb.126 Sockel, Gerichtsgebäude in Angermünde (um 1850)



4. MAUERN

aufgefüllt.⁹⁵⁸ Bedingt durch die dadurch auftretenden Feuchtigkeitsschäden wurde das vollständige Auffüllen Ende des 18. Jh. in Frage gestellt,⁹⁵⁹ so dass in der ersten Hälfte des 19. Jh. belüftete Hohlräume auch bei einfacheren Gebäude Beachtung fanden. Als zusätzliche Sperrschicht wurden verstärkt bei den einfachen Gebäudesockeln Ziegelschichten angeführt.⁹⁶⁰ Bei Lehmwänden wurde dagegen ein vorstehender, abschrägter Mauerabsatz mit drei bis sechs Zoll⁹⁶¹ (ca. 7,8 bis 15,6 cm) Breite nahegelegt. Die Absatzbreiten der Sockel betrugen, sofern sie überhaupt vorhanden waren, um die fünf Zentimeter.

4.2.4. GEBÄUDEMAUERN

Unter einer Mauer als „Freimauer“⁹⁶² wurde während des Untersuchungszeitraums eine beidseitig freistehende Begrenzungsmauer aufgefasst, die als Stadt- und Gartenmauer oder als Gebäudeaußenwand eine abtrennende Funktion besaß. Ende des 18. Jh. vollzog sich eine konstruktive Begriffserweiterung zur „freistehenden Mauer“⁹⁶³, womit alle Mauern beschrieben wurden, die wie Gartenmauern oder hohe Kirchen- und Theaterwände ohne stützende und aussteifende Decken, Innenwände usw. errichtet wurden.

Da den Bezeichnungen der einzelnen Mauerteile in der Regel keine besondere Bedeutung beigemessen wurde, existieren vielfältige mehr oder weniger eindeutig bestimmte Begriffe. Beispielsweise wurde die waagerechte Grundfläche als „Sohle“⁹⁶⁴, die Maueransichten als „Häupter“⁹⁶⁵ oder „Mauerhäupter“⁹⁶⁶, alle vertikalen Schnittflächen als „Leibung“⁹⁶⁷ und die obere horizontale Mauerfläche als „Lager“⁹⁶⁸ beschrieben. Gelegentlich wurde das oberste Mauergeschoss auch als „Gaden“⁹⁶⁹ bezeichnet.

Eine weitere Unterteilung der Mauern erfolgte nach Form und vorhandenen Öffnungen. Mauerscheiben ohne Öffnungen wurden als „ununterbrochen“ und mit Öffnungen als „durchbrochene“⁹⁷⁰ Mauern bezeichnet. Waren in den Mauern Vertiefungen oder zugesetzte Öffnungen, dann wurden sie als „Blindmauer“⁹⁷¹ oder „blinde Mauer“⁹⁷² benannt. Ebenso wurden zugesetzte Fenster als „blinde Fenster“⁹⁷³ beschrieben, wie sie für die Fassadengestaltung während des 18. Jh. bedeutsam waren. Mauern mit vorgelagerten Pfeilern galten als „gebrochene Mauern“⁹⁷⁴, und Mauern, die über einem Bogen errichtet worden waren, wurden „schwebende Mauern“⁹⁷⁵ genannt.

Unabhängig von allen nutzungsbedingten Abgrenzungen und diversen Begriffsüberlagerungen vollzog sich während des Untersuchungszeitraums ein Wandel von der abgrenzenden Umfassungsmauer und der unterteilenden Scheidewand hin zur tragenden und nicht tragenden Wand. Entscheidender Aspekt für diese Entwicklung war das Interesse der gezielten Lastabtragung in den Wänden.⁹⁷⁶

UMFASSUNGSMAUERN

Zu den äußerlich begrenzenden Umfassungsmauern zählten im engeren Sinn nur die Außenwände des Oberbaus. Der Unterbau mit Grundmauer und Sockel, aber auch die Giebel-dreiecke waren nicht Teil der Umfassungsmauern. Vor allem ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde diese Begriffsdefinition erweitert und der Unterbau den Umfassungsmauern meist unter dem Aspekt der Lastabtragung den „Hauptmauern“⁹⁷⁷ zugeordnet.⁹⁷⁸ Die Giebeldreiecke wurden jedoch bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. weiterhin der Dachkonstruktion⁹⁷⁹ und nicht den Umfassungsmauern zugeordnet.

Innerhalb der Umfassungsmauern nahm die der Straße zugewandte Fassade wegen ihrer gestalterischen und repräsentativen Bedeutung eine Sonderstellung neben der rückseitigen

Fassade, sowie den Seiten- bzw. Giebelmauern ein.⁹⁸⁰ Die rückwärtigen, zu Hof oder Garten ausgerichteten Außenwände wurden als „Hinter-Mauer“⁹⁸¹ oder auch „Rückansicht“⁹⁸² bezeichnet, während die seitlichen Mauern zu Nachbarn bzw. quer zur Fassade als „Seiten- oder Giebelmauer“⁹⁸³ beschrieben wurden.

Die straßenseitigen Fassade, die auch als „Stirn-“, „Lang-“⁹⁸⁴, „Vorder-“⁹⁸⁵ oder „Frontenmauer“⁹⁸⁶ oder als „Vorder-“ oder „Hauptansicht“⁹⁸⁷ bezeichnet wurde, besaß das höchste Prestige. Die Straßenfassade wurde häufiger als einzige als Ziegelmauer errichtet, während alle übrigen Wände als Fachwerk ausgeführt wurden.⁹⁸⁸ Beispiele sind die Berliner Pfarrhäuser (1738-39) in der Taubenstraße 3, oder die Manufakturgebäude (1767) in der Klosterstraße 58-62, in Angermünde, Landkreis Uckermark (Abb. 6). Auch wenn für einen verbesserten Brandschutz sämtliche Außenwände einschließlich der Giebeldreiecke massiv ausgeführt werden sollten,⁹⁸⁹ wie dies beispielsweise in Neuruppin nach dem Stadtbrand ab 1788 angestrebt wurde, so beschränkte sich die Steinausführung häufiger nur auf die Fassade,⁹⁹⁰ wobei hier vorrangig repräsentative Absichten im Vordergrund standen. Ebenso waren um 1800 vorgenommene Beschreibungen bürgerlicher Bauten in Berlin als vollständige Ziegelgebäude⁹⁹¹ keine Situationsbeschreibungen, sondern ein angestrebtes Ziel.

Raumhöhen

Die Raumhöhe war ein wichtiges, den jeweiligen sozialen Stand dokumentierendes Ausdrucksmittel. Je höher die lichte Raumhöhe ausfiel, desto größer war das soziale Ansehen.⁹⁹² Ebenso waren mit der größeren Raumhöhe auch höhere Baukosten sowie ein langfristig größerer Bedarf an Heizmaterial verbunden. Eine ausreichende Raumhöhe galt Ende des 18. Jh. als Sinnbild einer kulturellen Verbesserung, weshalb Ende des 18. Jh. und Anfang des 19. Jh. Mindestraumhöhen von siebeneinhalb⁹⁹³ und acht Fuß⁹⁹⁴ (ca. 235,5 bzw. 251,2 cm) gefordert wurden. Ungeachtet solcher Forderungen fielen die Raumhöhen gerade bei einfachen Gebäuden meist wesentlich geringer aus. Daher sind die angeführten Raumhöhen nur als Empfehlung zu bewerten, die Ende des 18. Jh. angestrebt wurden. Untergeordnete eingeschossige Bauwerke sollten lichte Raumhöhen zwischen neun und neuneinhalb Fuß⁹⁹⁵ (ca. 282,6 und 298,3 cm) aber auch zehn Fuß⁹⁹⁶ (ca. 314,0 cm) betragen. Die Raumhöhen städtischer Wohngebäude wurden zwischen zehn, vierzehn und fünfzehn Fuß⁹⁹⁷ (ca. 314,0, 439,6 bzw. 471,0 cm) festgelegt. Als „bequeme“⁹⁹⁸ Raumhöhe wurden Ende des 18. Jh. elf Fuß (ca. 345,4 cm) beurteilt.

MAUERÖFFNUNGEN

Fenster und Türen waren eines der wichtigsten Mittel zur Gebäude- und Fassadengestaltung. Gleichzeitig diente das Fenster als Ausdrucksmittel der sozialen Stellung sowie zur Demonstration der finanziellen Möglichkeiten des Bauherrn oder der Nutzer. Wegen der kostspieligen Fenstergläser war die Fensteranzahl und die Fenstergröße während des 18. Jh. daher ausschlaggebend.⁹⁹⁹ Wenngleich sich die soziale Stellung durch einen hohen Fensteranteil ausdrücken ließ, so waren die Fenster dennoch in einem gewissen Abstand zu halten, weil zu nah nebeneinander angeordnete Fenster wieder als Indiz für „Ärmlichkeit“¹⁰⁰⁰ galt. Hintergrund dieser Bewertung waren die eng gereihten Fenster von Fabriken, Arbeitshäusern oder Kasernen, in denen eine hohe Bewohner- bzw. Nutzerzahl vermutet wurde.¹⁰⁰¹ Im umgekehrten Fall, bei zu weiten Fensterabständen, galt die Fensteraufteilung ebenfalls als Indiz für geringen Wohlstand, aber auch als Ausdrucksmittel eines Trauer symbolisierenden Gebäudes.¹⁰⁰² Eine weitere Interpretation Anfang des 19. Jh. ging davon aus, dass „zu viele Fensteröffnungen [...] dem Gebäude ein zu lustiges, und zu viele Pfeilermasse [...] demselben ein zu finsternes Ansehen“¹⁰⁰³ geben würde.

Großen Einfluss auf die Fenster- und Türformate besaß die bereits Ende des 17. Jh. gebräuchliche Faustregel, wonach sich das beste Format aus der doppelten Breite als Höhe in Form eines Rechtecks ergab.¹⁰⁰⁴ Auch wenn das Format bis Ende des 18. Jh. immer wieder mit dem „menschlichen Körper“¹⁰⁰⁵ gerechtfertigt wurde, wurde für die Fenster- und Türformate letztlich die Gebäudegröße bzw. die Geschosshöhe als ausschlaggebend beurteilt.¹⁰⁰⁶ Ein Bezug der Fenstergröße zu Himmelsrichtung und klimatische Überlegungen existierte Ende des 18. Jh. nur in Ausnahmen.¹⁰⁰⁷

Ein gestalterisches Motiv bestand darin, die Fenster der höheren Geschosse optisch gleichgroß erscheinen zu lassen, weshalb angeregt wurde, sie deshalb größer anzulegen.¹⁰⁰⁸ Dazu sollten die Fenster je Geschoss entweder um zwei Zoll¹⁰⁰⁹ (ca. 5,2 cm) verbreitert oder ab dem ersten Obergeschoss um ein Drittel der Fensterbreite erhöht¹⁰¹⁰ werden. Auch in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. kam der Proportionierung der Fensterformate weithin eine große Bedeutung zu. Als übliche Faustregeln zur Proportionierung galten (Breite zu Höhe) drei : fünf oder wie bereits erwähnt, eins : zwei.¹⁰¹¹ Gleichzeitig wurden die Fensterformate auch auf die gesamte Fassade profaner Bauwerke ausgerichtet, indem zum Beispiel die Fenster im Untergeschoss (Breite zu Höhe) mit zwei : drei oder eins : zwei und für das Hauptgeschoss eins : zwei bzw. drei : sieben und für die darüber folgenden Geschosse mit weniger als eins : zwei angegeben wurden.¹⁰¹² Während des 18. und 19. Jh. fanden zunehmend auch Fenstergruppen, wie bei der Seitenfassade des Gutshauses (um 1800) in Berlin-Steglitz, als weitere Gestaltungsmöglichkeit Berücksichtigung. Diese Fenstergruppen wurden um 1800 als sogenannte „Bogen-“ oder „Schlitzfenster“, aber auch als „englische oder venitianische

Fenster“¹⁰¹³ bezeichnet, die teilweise dem Palladio-Motiv entsprachen.¹⁰¹⁴ Das Quadrat war als Fensterformat, entgegen seiner sonstigen Bedeutung insbesondere bei der Grundrisskonzeption, untergeordnet, so dass sich dessen Anwendung im wesentlichen auf Erd- und Zwischengeschosse beschränkte.¹⁰¹⁵

Als Teil des Fensterformats, kam dem Fenstersturz eine hohe gestalterische Bedeutung zu, die auf konstruktive und gestalterische Vorlieben bezogen, vorrangig von antiken Mustern abgeleitet wurden. Ende des 17. Jh. und in der ersten Hälfte des 18. Jh. wurden Bogen als Fenstersturz in Form eines Halbkreisbogens oder Bogenabschnitts¹⁰¹⁶ in der Länge eines Drittel oder Fünftel¹⁰¹⁷ als sogenannte „Schwib-Bogen“¹⁰¹⁸ bevorzugt.¹⁰¹⁹ Besondere Wertschätzung erfuhr dabei der Halbkreisbogen,¹⁰²⁰ der auch für Werksteinstürze Anwendung finden sollte. Ein deutlicher Wandel vollzog sich um die Mitte des 18. Jh., als flache Segmentbogen mit einer Stichhöhe von einem Zwölftel der Bogenspannung und scheinrechte Stürze als modern galten.¹⁰²¹ Parallel zu den jeweiligen Moden existierten mehr oder weniger diffuse konstruktive Vorstellungen zur richtigen Sturzausbildung. Beispielsweise war ein Bogen bis zur halben Grundfläche der Bogenstärke in das Mauerwerk von der eigentlichen Öffnung entfernt zu verankern, da davon ausgegangen wurde, so die angenommenen Kräfte auf die Öffnungskanten auf die Leibung zu verringern.¹⁰²² Nach einer bis in das 19. Jh. gültigen Auffassung sollten Wölbungen möglichst weit rechts und links in das Mauerwerk reichen, weil ihnen eine verbindende zangenartige Wirkung zugeschrieben wurde¹⁰²³ (Abb. 29, Fig. 4).

Auch wenn der scheinrechte Sturz vor allem in Verbindung mit Werkstein¹⁰²⁴ gestalterisch bevorzugt wurde,¹⁰²⁵ galten bogenförmige Stürze als stabiler,¹⁰²⁶ die bei größeren Spannweiten schon wegen der Standsicherheit einem scheinrechten Sturz vorgezogen wurde.¹⁰²⁷ Auch die Fensterstürze waren Ende des 18. Jh. in ein Gestaltungssystem von Symbolträgern eingebunden. Danach galten beispielsweise rechte Winkel als Zeichen für Festigkeit und Stabilität, die als parallel gerade Linien für das Auge vermeintlich als besonders angenehm dargestellt wurden.¹⁰²⁸ Im Gegensatz dazu wurden flache Bogenstürze als frostig und abweisend beurteilt. Halbkreis- und elliptischer Bogen wurden sogar in Verbindung mit abgesondert von der Gesellschaft lebender Menschen gebracht,¹⁰²⁹ worunter beispielsweise „Domestiquen“¹⁰³⁰ verstanden wurden. An den Schließungen der Maueröffnungen entwickelte sich in der zweiten Hälfte des 18. Jh. eine in der ersten Hälfte des 19. Jh. stark emotional geführte Auseinandersetzung, bei der es vordergründig um die Bevorzugung scheinrechter oder gewölbter Stürze ging.¹⁰³¹ Eingebunden war in diesen Disput die Frage, ob Säulen durch Bogen oder nur durch scheinrechte Stürze gestalterisch korrekt und damit schön mit einander verbunden werden konnten.¹⁰³² Die Schließungen bzw. der Sturz war Anlass für Auseinandersetzungen einer antik und einer stärker konstruktiv-materiell ausgerichteten Architekturauffassung.¹⁰³³ Der Sturz wurde während der ersten Hälfte des 19. Jh. zu einer ernsthaft verfolgten Stilfrage.¹⁰³⁴

Auch die Türen, vorrangig die Haupteingangstür, waren durch Größe, Ausgestaltung und deren Anordnung in der Fassade entscheidendes Ausdrucksmittel der jeweiligen gesellschaftlichen Position.¹⁰³⁵ Die gestalterischen Vorstellungen der Fenster in Format und Größe waren weitgehend auch für die Türen und Tore gültig. Auch wenn beispielsweise Flachbogen als gestalterisch „kraftlos“¹⁰³⁶ abgelehnt wurden, wurden sie aus konstruktiven Gründen bis in die Mitte des 19. Jh. bei größeren Öffnungsbreiten vorgezogen.¹⁰³⁷ Erst mit dem verbesserten Angebot an Eisenträgern¹⁰³⁸ ließen sich auch größere Öffnungen mit scheinrechten Stürzen herstellen.

In der Absicht, Tür- und Fenstersturz in die Fassadengestaltung auch in den Höhen gleichmäßig einzubinden, wurden während des 18. Jh. die Türen in der Regel mit einem Oberlicht kombiniert, das in gleicher Höhe wie die Fensteröffnungen endete.¹⁰³⁹ Ließ sich ein scheinrechter Tür- oder Torsturz nicht ausführen, dann sah man für eine optisch günstige Fassadengestaltung vor, den Bogenscheitel mindestens drei Zoll¹⁰⁴⁰ (ca. 7,8 cm) höher als die Fensterabschlüsse anzulegen¹⁰⁴¹ (Abb. 127, Fig. 133).

Ende des 18. Jh. wurde der Versuch unternommen, die Gesamtheit der Außen- und Innentüren nach grob festgelegten Türgrößen zu systematisieren. Wesentliches Kriterium dieser Systematik war die Öffnungsbreite. Danach zählten zu den Toren und Durchfahrten¹⁰⁴² solche gewölbten Maueröffnungen,¹⁰⁴³ die zwischen acht, gebräuchlicher zwölf Fuß¹⁰⁴⁴ (ca. 251,2 und 376,8 cm) breit waren. Als mittlere Türen galten Kircheneingänge oder Außentüren¹⁰⁴⁵ „ansehnlicher Gebäude“¹⁰⁴⁶, denen Breiten von dreieinhalb bis zwölf Fuß¹⁰⁴⁷ (ca. 109,9 bis 376,8 cm) zugeordnet wurden.

Die Eingangstüren durchschnittlicher Wohngebäude mit Breiten zwischen dreieinhalb und sechs Fuß¹⁰⁴⁸ (ca. 109,9 bis 188,4 cm) und Proportionen (Breite zu Höhe) mit eins : zwei¹⁰⁴⁹ bzw. drei : sieben¹⁰⁵⁰ stellten eine weitere Unterteilung dar. Die Türproportionen entsprachen denen der Fenster. Ende des 18. Jh. wurde nahegelegt, Türen mit Breiten zwischen vier und fünf Fuß¹⁰⁵¹ (ca. 125,6 und 157,0 cm) möglichst als Flügeltüren anzulegen, während zu Beginn des 19. Jh. die Breite möglichst über fünf Fuß¹⁰⁵² (ca. 157,0 cm) betragen sollte.

Den Abschluss der Türtypen bildeten die kleinen Türen, wie sie für „gemeine“¹⁰⁵³ Wohn- und Wirtschaftsgebäude, aber auch für Innentüren angenommen wurden.¹⁰⁵⁴ Die Breiten bestimmten sich ausschließlich „nach der Bequemlichkeit, [und] nicht nach den schönen Verhältnissen“¹⁰⁵⁵. Als unterste nutzbare Türbreiten galten Ende des 18. Jh. drei bis viereinhalb Fuß¹⁰⁵⁶ (ca. 94,2 bis 141,3 cm), während beispielsweise in den 20er Jahren des 19. Jh. sechs Fuß, sechs Zoll¹⁰⁵⁷ (ca. 204 cm) angegeben wurden.

Eine hohe gestalterische und Prestige besetzte Bedeutung kam während des 17. und 18. Jh. der äußeren Werksteinauskleidung für Fenster und Türen zu.¹⁰⁵⁸ Da die besonders kostbaren, langen Quader schnell brachen,¹⁰⁵⁹ wurden Stürze aus mehreren Quaderstücken bevorzugt. Unabhängig der tatsächlichen Sturzform sollten alle Werksteine für den Sturz möglichst auf

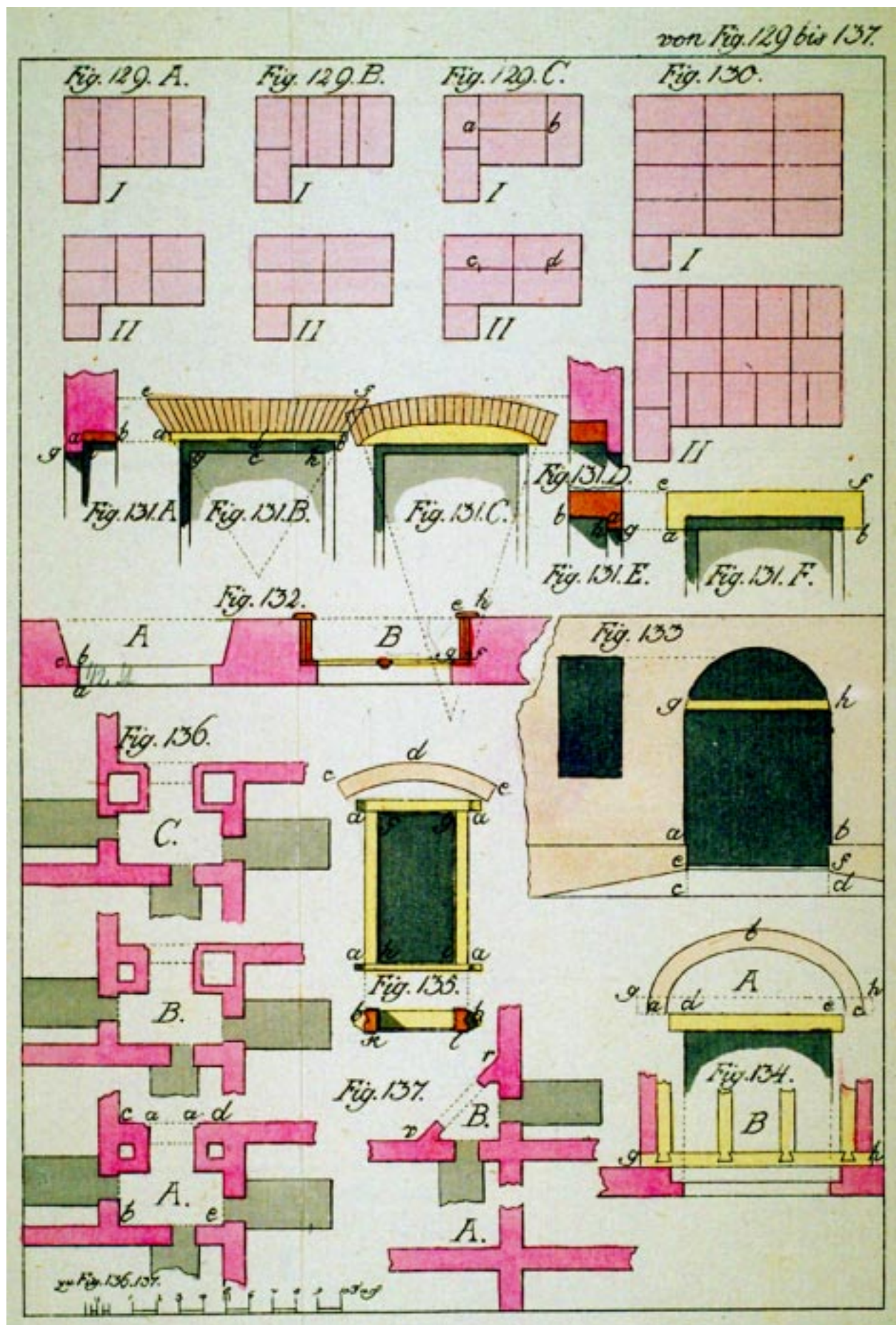


Abb.127 Gilly 1797 Tafel Figur 129 bis 137.

4. MAUERN



Abb.128 Holzzarge, Schloss Rheinsberg (1734-39), Landkreis Ostprignitz, Amt Rheinsberg.



Abb.129 Holzzarge, Schafstall (ca. 1820) in Tauche, Beeskower Chaussee 1, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche



Abb.130 Entlastungsbogen über einem Kellerfenster, Seitenflügel (ca. 1830), Auguststraße 69 Berlin-Mitte

4. MAUERN

einen Mittelpunkt ausgerichtet sein. Sofern finanziell möglich, wurde der Werksteinsturz während des gesamten 18. Jh. durch Eisen unterstützt¹⁰⁶⁰ oder klammert.¹⁰⁶¹ Angeregt durch antike und neuzeitliche italienische Bauwerke wurden insbesondere bei Werksteinfassaden die Einfassungen der Maueröffnungen aus den horizontal geschichteten Steinschichten ausgeschnitten¹⁰⁶² oder für den Sturz verzahnte Quader¹⁰⁶³ eingesetzt. Solche aufwendigen Werksteineinfassungen stellten in der Mark während des Untersuchungszeitraums eine finanzielle Überforderung dar.

Ungeachtet der gestalterischen Bedeutung vollständiger Werksteinbekleidungen für Türen und Fenster wurde in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. zunehmend von einer vollständigen Bekleidung Abstand genommen. Wesentliche Ursache dafür war die starke Bruchanfälligkeit des Natursteins schon bei leichten Scherkräften.¹⁰⁶⁴ Dort, wo Natursteine zur Verfügung standen, wurde an Werksteinsohlbänken weiterhin festgehalten.¹⁰⁶⁵ Für die Stürze wurden Ziegel bevorzugt,¹⁰⁶⁶ bei denen Risse in der Regel auf Materialfehler oder unsorgfältige Herstellung zurückgeführt werden konnten.¹⁰⁶⁷ Im Gegensatz zu den Werksteinstürzen ließen sich die Ziegelstürze reparieren. Als weitgehend rissfrei und stabil wurden Ziegelstürze in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. dann angesehen, wenn sie eine maximale Öffnungsbreite von sechs Fuß¹⁰⁶⁸ (ca. 188,4 cm) nicht überschritten.

Aufgrund fehlender natürlicher Werksteinvorkommen blieben die mit großem finanziellen Aufwand verbundenen Werksteinauskleidungen auf wenige, aufwendige Gebäude oder einzelne Öffnungseinfassungen beschränkt. Beispielsweise wurde nur die Eingangstür des Logier- und Badehauses (1788/91) in Bad Freienwalde, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Bad Freienwalde Insel, mit Sandstein ausgekleidet, während alle übrigen Öffnungen geputzt wurden. Als gestalterischer Ersatz für den fehlenden Werkstein dienten Holzzargen,¹⁰⁶⁹ wie sie beispielsweise für den Eingang des Gutshauses (um 1680) auf der Domäne Dahlem in Berlin-Dahlem, den Gebäuden des holländischen Viertels in Potsdam, den Kellerfenstern der Pfarrhäuser (1738-39) Taubenstraße 3, in Berlin-Mitte oder den Kellerfenstern der Schlösser in Rheinsberg (1734-39), Landkreis Ostprignitz, Amt Rheinsberg (Abb. 128), und Roskow (1723-27), Landkreis Brandenburg, Beetzsee, Verwendung fanden. Für Hauseingangstüren wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. Holzzargen als Traggerüst eingesetzt, die anschließend entweder mit Rohr bekleidet und verputzt oder mit Futter und Bekleidung versehen wurden.¹⁰⁷⁰

Auch für Fensteröffnungen wurden vorgefertigte Holzzargen aus Bohlen eingesetzt. Solche Fensterzargen wurden beispielsweise bündig mit der Außenfront eingesetzt und dienten als Fensterrahmen für nach außen zu öffnende Fensterflügel, wie sie bei den holländischen Häusern in Potsdam Anfang des 18. Jh. angelegt wurden. Auch wenn mit dieser Fensterkonstruktion ein größerer Schutz vor eindringendem Regen verbunden war, stieß wegen der hohen Reparaturanfälligkeit infolge der stärkeren Bewitterung in der zweiten Hälfte des 18. Jh.

zunehmend auf Ablehnung.¹⁰⁷¹ Dennoch wurden Holzzargen in Verbindung mit geschalteten Wänden und Wellerbauten bis in die Mitte des 19. Jh. eingesetzt (Abb. 129). Für die Zargen wurden drei bis vier Zoll¹⁰⁷² (7,8 bis 10,4 cm) starke, gehobelte und gefalzte Bohlen zusammengesetzt.

Bedingt durch den schnell eintretenden Bruch von Werksteinquadern wurde bereits im 15. Jh. und den folgenden Jahrhunderten nahegelegt, über scheidrechten Stürzen und flachen Wölbungen Entlastungsbogen anzulegen,¹⁰⁷³ um Lasteinwirkungen vom Sturz dem sogenannten „Oberschwell“¹⁰⁷⁴ auf die Mauerpfeiler zulenken.¹⁰⁷⁵ Diese entlastenden Steinbogen wurden als „Welb-“¹⁰⁷⁶, „Entlastungs-“¹⁰⁷⁷, „Ablastebogen“¹⁰⁷⁸ in Form eines Halbkreises,¹⁰⁷⁹ häufiger jedoch eines Segmentbogens¹⁰⁸⁰ mit geringer Stichhöhe, ausgeführt. Auch wenn diese Entlastungsbogen möglichst aus keilförmigen Steinen zusammengesetzt sein sollten,¹⁰⁸¹ wurden diese sowohl als Rollschichten, verzahnte Mauerbogen, aber auch aus unregelmäßig bearbeiteten Steinen zusammengefügt. In Abhängigkeit des verfügbaren Raums bis zur Zimmerdecke wurden Entlastungsbogen mit einer Mindesthöhe von einer Steinlänge empfohlen, dennoch wurde häufiger nur mit der Höhe einer halben Steinlänge gewölbt.¹⁰⁸²

Der Zwischenraum zwischen Entlastungsbogen und Sturz wurde entweder mit leichten Steinen¹⁰⁸³ ausgefüllt oder blieb als Leerraum, seitlich mit Mörtel verschlossen, erhalten¹⁰⁸⁴ (vgl. S. 308 ff.). Gelegentlich wurde gefordert, die Öffnung erst nach Setzung des Gebäudes auszumauern.¹⁰⁸⁵ Bei größeren Spannweiten, wie bei Fenstern, Toren und Durchfahrten, wurden höhere Entlastungsbogen möglichst als Halbkreisbogen angelegt,¹⁰⁸⁶ sofern dies durchführbar war,¹⁰⁸⁷ wie bei dem Scheunentor in Ribbeck, Landkreis Havelland, Amt Nau- en-Land (Abb. 71) oder über einem Kellerfenster des Flügelbaus (ca. 1830) in der August- straße 69 in Berlin (Abb. 130).

In der Absicht, Werksteinstürze besser gegen Scherkräfte zu schützen, wurden in den ers- ten Jahrzehnten des 19. Jh. Werksteinarchitrave mit einem dreieckigen Stich ausgebildet, über dem dann ein Entlastungsbogen folgte. Zur Kompensation der erwarteten Zugkräfte wurden die Entlastungsbogen mit zusammengesteckten Flachankern verbunden.¹⁰⁸⁸ Gleich- zeitig wurden für den Nachbau antiker Architekturen Anhaltspunkte zur Beurteilung der Tragfähigkeit von Werksteinarchitraven festgelegt. Danach galt ein nicht weiter definierter stark belasteter Stein dann als tragfähig, wenn die zu überbrückende Distanz das drei- und höchstens das fünffache der Höhe nicht überschritt. Gleichzeitig war sicherzustellen, dass das Verhältnis von Höhe zu Breite in etwa fünf zu vier entsprach.¹⁰⁸⁹ Musste der Steinsturz nur sein eigenes Gewicht tragen, dann konnte die überbrückbare Distanz das sieben- oder höchstens das neunfache der Steinhöhe betragen.¹⁰⁹⁰

Zu einer erheblichen konstruktiven Neuerung der Maueröffnungen während des 17. und 18. Jh. trug die Einführung von innen angeschlagender Fenster- und Türflügel und die eben- falls innen angeschlagenen Fenster- und Türrahmen (auch Blendrahmen, Stock oder Zarge)

bei.¹⁰⁹¹ Die innen angeschlagenen Fenster erlaubten einen bequemeren Gebrauch sowie einen dauerhaften und sicheren Schutz der Fenster und Türen vor Wind und Regen.¹⁰⁹² Um Fenster und Türen innen anzuschlagen zu können, wurde in der Maueröffnung ein Mauervorsprung angelegt, der in der Regel eine halbe Steinlänge breit war (Abb. 127, Fig. 132 A. a-b) und ungefähr drei bis acht Zoll¹⁰⁹³ (ca. 7,8 bis 20,8 cm) in die Öffnung hineinreichte.¹⁰⁹⁴ Der Anschlag war in den Mauerverband der begrenzenden Wände mit eingebunden (Fig. 132 A. b-c) und wurde auch als „Anschlagsmauer“¹⁰⁹⁵ oder „Fensterrahmen, Fensteranschlag“¹⁰⁹⁶ bezeichnet.

Eng verknüpft mit den Anschlägen waren innere Fensterläden, die während des 18. und frühen 19. Jh. als „gebrochene oder zusammenschlagende Flügel“¹⁰⁹⁷ in den Leibungen eingebunden waren (Abb. 127, Fig. 132 B. egfh). Um den notwendigen Raum für die Fensterläden in der Leibung und den für die Rahmen erforderlichen Anschlag unterbringen zu können, war der Anschlag um drei bis fünf Zoll¹⁰⁹⁸ (ca. 7,8 u. 13,0 cm) zusätzlich zu verlängern. Innere Fensterläden wurden bis in das 19. Jh. gerne mit schrägen Leibungen kombiniert.

Um die Luftdichtigkeit der Fenster und Türen vollständig sicherzustellen, war auch der Sturz mit einem Anschlag zu versehen.¹⁰⁹⁹ Als scheitrechter Sturz ließ sich der Anschlag durch äußerlich tiefer gesetzte Holz- und Werksteinstürze relativ einfach herstellen, die wie zuvor auch mit einem Entlastungsbogen überwölbt wurden.¹¹⁰⁰ Um auch den inneren Sturz scheitrecht auszubilden, wurden innen entweder zusätzliche Holzstürze aufgelegt¹¹⁰¹ oder auf eingebaute ausfütternde „Lateybohlen“¹¹⁰² eine Wölbung errichtet,¹¹⁰³ so wie in Abbildung 127, Figur 131 dargestellt. Vor allem die konstruktiv einfache Ausbildung der Holzstürze war bis in die Mitte des 19. Jh. gerade bei einfacheren Gebäuden eine der verbreitetsten Mauerstürze,¹¹⁰⁴ die anschließend mit Rohr ummantelt oder mit genagelten Dachziegeln oder Brettern verkleidet wurden.¹¹⁰⁵ Erheblicher Nachteil der äußeren Holzstürze war jedoch die schnelle Zerstörung in Folge von Schlagregen, so dass an Stelle eines Holzsturzes der aus Ziegeln errichtete bevorzugt wurde.¹¹⁰⁶

Da nur gemauerte Wölbungen eine Lastabtragung in die seitlichen Mauerpfeiler sicherstellten, wurden die Maueröffnungen selten mit keilförmigen Werksteinen, häufiger jedoch mit unregelmäßigen Natursteinen und Ziegeln gewölbt. Der Vorteil der gemauerten Wölbungen bestand im Unterschied zu den Werksteinstürzen darin, dass sie bei eintretenden Setzungen nicht sofort versagten. Für die gemauerten Mauerstürze mit Anschlag wurden Ziegel bevorzugt, da bei unregelmäßigen Steinen ein schnelleres Lösen aus dem Sturz befürchtet wurde. Der als Anschlag konzipierte Sturz wie auch der Mauersturz selbst wurden bis in die Mitte des 18. Jh. als zwei getrennte Gewölbebogen aufgefasst,¹¹⁰⁷ so dass beide Wölbungen nicht notwendigerweise mit einander verbunden waren. Bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. wurden für den inneren und äußeren Gewölbebogen gedrückte Bogen bevorzugt,¹¹⁰⁸ die sich leichter miteinander verbinden ließen.¹¹⁰⁹ Wesentlich schwieriger war es, einen stabilen Ver-

bund zwischen einem scheitrechten Anschlagsturz und einem flachen Gewölbebogen herzustellen.

Um den Anschlag vollständig in gleicher Breite um die Maueröffnung herumzuführen, war der Sturz, so wie in Figur 127 B. (Abb. 131), um eineinhalb Zoll¹¹¹⁰ (ca. 3,9 cm) tiefer als die flache Wölbung zu setzen. Häufiger wurden Sturz und Wölbung in einer Höhe begonnen, so dass ein Anschlag im Zwickel kaum noch vorhanden war. Wenn der Anschlag gleichmäßig um die Maueröffnung herum geführt werden sollte, dann war ein Höhenversatz von Sturz und Wölbung von einer Steinhöhe einzuhalten, so wie in Figur 127 C. dargestellt. Die Herstellung setzte jedoch geübte Maurer voraus.¹¹¹¹

Um den Sturz in Lage und Form genau festzulegen, wurde für den scheitrechten Sturz ein genageltes Brettkreuz mit einer Schnur ausgerichtet,¹¹¹² während die flache hintere Bogenwölbung auch über vorgefertigten Lehrbogengerüsten aufgemauert wurde.¹¹¹³ Sturz und Wölbung wurden zusammenhängend mit verzahnt angeordneten Ziegeln,¹¹¹⁴ wie in Figur 128 zu sehen, errichtet. Im Scheitel sollten Sturz und Wölbung nicht mehr als sieben, (ca. 18,2 cm) besser jedoch nur sechs Zoll¹¹¹⁵ (ca. 15,6 cm) in der Höhe differieren. Entscheidender Grund dafür war die Annahme, dass ansonsten die Ziegel sich aus dem Sturz lösen würden.¹¹¹⁶

Wesentlich beeinflusst wurde die konstruktive Ausbildung der kombinierten Mauer- und Anschlagstürze durch die verbleibende Höhe bis unterhalb der Mauerlatte und Deckenbalken. Entsprechend war die Maueröffnung um die jeweilige Konstruktionshöhe tiefer zusetzen.¹¹¹⁷ Nur bei höheren Raumhöhen oder in Ausnahmen wie bei den Fensterstürzen des Gebäudes in der Schwertfegerstraße 8 in Potsdam (1765) wurden Höhen von drei Steinlängen angelegt. Bis in das 19. Jh. hatten sich Sturzhöhen im Scheitel von eineinhalb,¹¹¹⁸ seltener zwei Steinlängen,¹¹¹⁹ für durchschnittliche Öffnungsbreiten durchgesetzt.

Auch wenn in der Regel die Lage der Deckenbalken nicht auf die Stürze ausgerichtet war, so wurde in den 30er Jahren des 19. Jh., vermutlich wegen eingetretener Bauschäden, empfohlen, Balken nur noch mittig auf den Stürzen zu lagern.¹¹²⁰

Je flacher die Wölbung ausgeführt wurde, desto geringer waren die Ziegel keilförmig abzarbeiten.¹¹²¹ Anstatt die Ziegel auf einen Mittelpunkt auszurichten, wurden Wölbungen im Schluss auch durch ein Ziegeldreieck ausgemauert, so wie in Abbildung 132 dargestellt. Als zusätzliche stabilisierende Maßnahme wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. nahegelegt, auch den scheitrechten Bogen oder Sturz immer mit einem Stich zu versehen, der durch einen anschließenden Putz verdeckt war.¹¹²² Größere zu überwölbende Maueröffnungen, beispielsweise Türöffnungen ließen sich nicht¹¹²³ oder nur eingeschränkt durch einen höheren Gewölbebogen und ein unterlegtes Eisen herstellen.¹¹²⁴

Die Ziegel wurden bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jh. sowohl für die Auflager als auch für den Mauerbogen von den Mauren behauen.¹¹²⁵ Da mit der Bearbeitung der Gewölbestei-

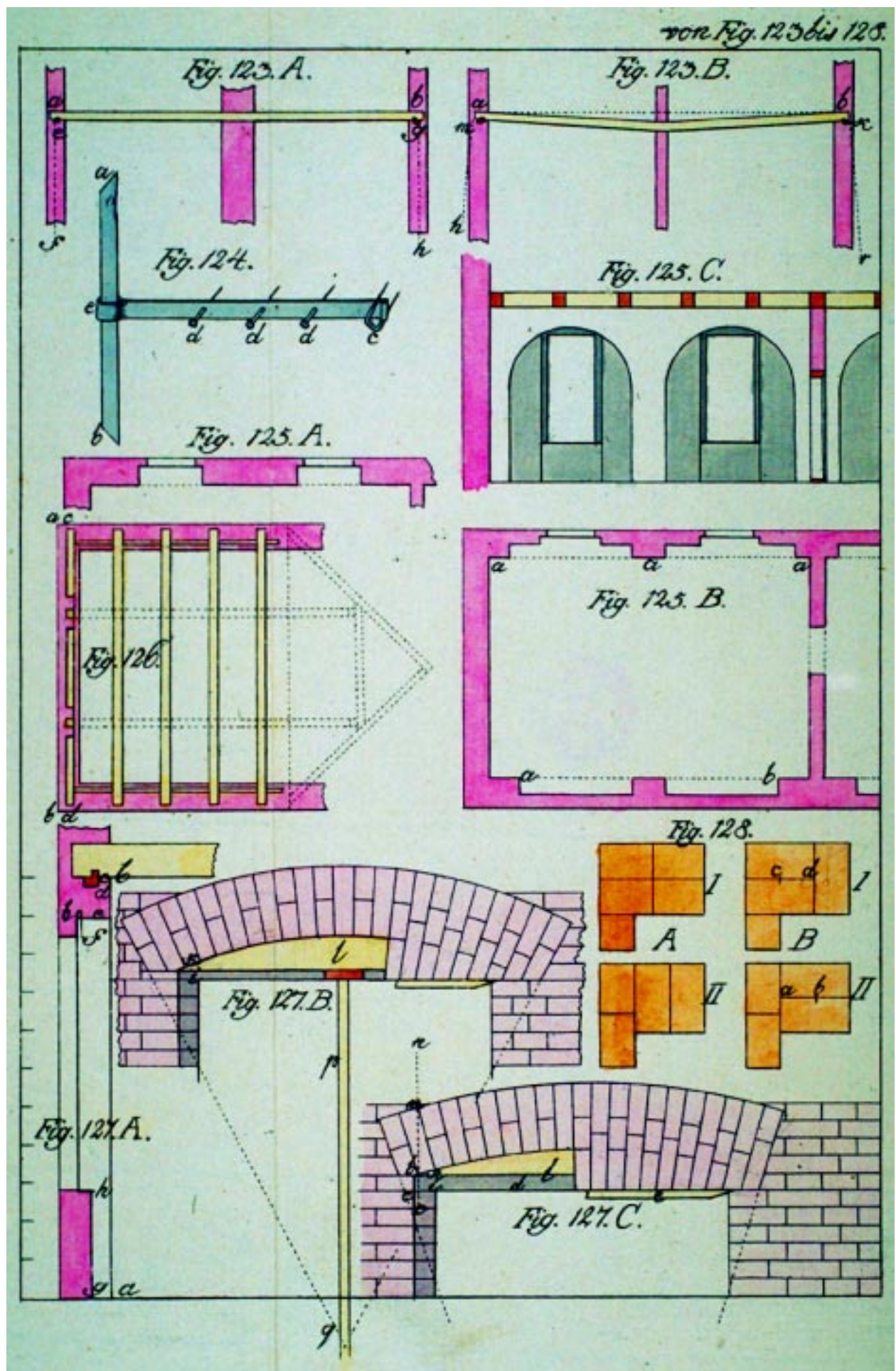


Abb.131 Gilly 1797. Tafel Figur 123 bis 128.

4. MAUERN



Abb.132 Ziegelsturz, Gutshaus (1818) in Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe



Abb.133 aufgesattelter Treppenbogen, Altes Museum (1823/29) in Berlin-Mitte, Die Ziegel wurden bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jh. sowohl für die Auflager als auch für den Mauerbogen von den Mauern behauen. Da mit der Bearbeitung der Gewölbesteine ein Festigkeitsverlust verbunden wurde, suchte die Kämpfer entweder aus abgeschrägten Ziegelschichten, gebrannten Formsteinen oder Werksteinen auszubilden, so dass der Bogen mit einem ganzen Stein aufsitzen konnte. Davon versprach man sich gleichzeitig eine verbesserte Lastableitung. Das als Sattel bezeichnete zugespitzte Auflager wurde besonders bei Fenster- oder Bogenpfeilern eingesetzt.

ne ein Festigkeitsverlust verbunden wurde, suchte die Kämpfer entweder aus abgeschrägten Ziegelschichten, gebrannten Formsteinen oder Werksteinen auszubilden, so dass der Bogen mit einem ganzen Stein aufsitzen konnte.¹¹²⁶ Davon versprach man sich gleichzeitig eine verbesserte Lastabtragung.¹¹²⁷ Das als Sattel bezeichnete zugespitzte Auflager wurde besonders bei Fenster- oder Bogenpfeilern eingesetzt¹¹²⁸ (Abb. 24 u. 133).

Torbogen

Zur Überwölbung von Toren und Durchfahrten mit Breiten zwischen acht und neun Fuß (ca. 251,2 und 282,6 cm) war die Bogenstärke wenigstens mit eineinhalb bis zwei Steinlängen anzunehmen und die Bogenform dem Halbkreisbogen anzunähern. Wenn dem eine zu geringe Geschosshöhe entgegenstand, war der Bogen zu drücken und die Bogenhöhe und Breite zu vergrößern.¹¹²⁹ Als Mindestbreite war eine Steinlänge nicht zu unterschreiten und der Bogen möglichst in der gesamten Mauerbreite anzulegen.¹¹³⁰ Die begrenzenden Pfeiler waren in Abhängigkeit der größeren Öffnungsbreiten und der damit verbundenen größeren Lastannahmen stärker auszulegen. Losgelöst von konstruktiven Vorgaben wurden die begrenzenden Pfeiler der Türen und Tore durch gestalterische Vorgaben bestimmt. Beispielsweise war um 1800 bei Türbreiten von viereinhalb Fuß (ca. 141,3 cm) eine Pfeilerbreite von wenigstens drei Fuß¹¹³¹ (ca. 94,2 cm) einzuhalten, während bei einer Türbreite von fünf Fuß (ca. 157,0 cm) der einzelne Pfeiler dreieinhalb Fuß¹¹³² (ca. 109,9 cm) breit sein sollte. In der Festlegung der Pfeilerbreiten für die Durchfahrten spielten Stabilitätsgesichtspunkte, zumal bei den an Gebäuderändern angeordneten Toren, eine wesentlich größere Bedeutung. Die Tore mit ihrem Gewicht stellten eine weitere zu berücksichtigende Belastung der Torpfeiler dar, weshalb die Pfeiler zusätzlich verstärkt und mit höherwertigen Ziegeln herzustellen waren.¹¹³³ Daher wurde Ende des 18. Jh. als stabile Pfeilerbreite die halbe Öffnungsbreite vorgeschlagen, wobei zusätzlich über dem Bogen ein Eisenanker anzulegen war.¹¹³⁴ Hingegen wurde für durchschnittliche Gebäudedurchfahrten eine Mindestbreite von dreieinhalb Fuß (ca. 109,9 cm) bei einer gleichzeitigen Mindestdtiefe von eineinviertel Fuß¹¹³⁵ (ca. 39,3 cm) angegeben. Die Tore wurden in der Regel durch eingemauerte Hacken und Halsbänder an den Pfeilern befestigt.¹¹³⁶ Damit die Pfeiler von dem Torgewicht entlastet wurden, wurde Ende des 18. Jh. statt der Hacken Kolben und Pfannensteine als Aufhängung empfohlen.¹¹³⁷ Ein weiterer Versuch, das einwirkende Torgewicht auf die Pfeiler zu reduzieren bestand darin, die Tore beispielsweise nur noch bis in Höhe der Fensterstürze zu führen und den oberen Teil der Toröffnung durch ein sogenanntes „Latte- oder Loosholz“¹¹³⁸ zu verschließen. Anstelle einer Brettverkleidung konnte auch ein festes Fenster über der Durchfahrt angebracht sein.¹¹³⁹ Eine weitere Möglichkeit, ohne Raum- und Materialverlust eine stabile größere Tordurchfahrt zu konstruieren bestand darin, die Bogenwölbung bis drei Zoll (ca. 7,8 cm) unter das Fenster des nachfolgenden Geschosses zu führen, so wie in Abbildung

127, Figur 134 dargestellt. Die Brüstungsmauer wurde auf einen Holzbalken aufgestellt, während die Deckenbalken auf einem Streichbalken lagerten, der wiederum sein Auflager auf einer Quer- und einer Seitenwand hatte.¹¹⁴⁰ Diese Bogenkonstruktion wurde Anfang des 19. Jh. als „neue Bauart“¹¹⁴¹ bezeichnet, und erlaubte es, Tore optisch mit einem scheitrechten Sturz zu versehen.

Stein-Eisen-Wölbungen

In Folge des etwas verbesserten Eisenangebots und der großen Bewunderung für diesen Baustoff, wurde Eisen während der zweiten Hälfte des 18. Jh. zunehmend für die Konstruktion von Mauerstürzen mit eingesetzt.¹¹⁴² Beispielsweise wurden die Werkstücke des scheitrechten Architraven für das Brandenburger Tor in Berlin (1788/91) durch Eisen an den darüber gewölbten Bogen befestigt.¹¹⁴³

Eisenanker wurden als Zugstäbe in ein Hängewerk aus Steinbogen und einem längeren scheitrechten Sturz eingebunden. Der Sturz wurde dabei aus Ziegeln, Werkstein oder in der Verbindung mit beiden Baumaterialien errichtet.¹¹⁴⁴

Die scheitrechten Stürze wurden mittels ein oder mehrerer eiserner Vertikalanker und unterlegter Flacheisen, Splinten¹¹⁴⁵ oder hochkant stehender Eisen¹¹⁴⁶ unterstützt. Ab der Mitte des 19. Jh. fanden auch eiserne Gewindestangen mit Schraubmuttern Anwendung.¹¹⁴⁷ Die im Neuen Museum in Berlin angelegten scheitrechten Fensterstürze wurden durch Flacheisen und eine mittige Eisenaufhängung gestützt. Die gesamte Konstruktion war allerdings durch starke Rostbildung sehr in Mitleidenschaft gezogen.

Ab den 30er Jahren des 19. Jh. wurden ein oder mehrere Eisenschienen und Flacheisen als Stürze angeführt,¹¹⁴⁸ die, als „Trageisen“¹¹⁴⁹ oder „Tragstäbe“¹¹⁵⁰ bezeichnet, sich wachsender Beliebtheit erfreuten. Die als Sturz aufgelegten Eisen wurden für Breiten von vier bis sieben Fuß¹¹⁵¹ (ca. 125,6 bis 219,4 cm) zur Unterstützung mit angeführt¹¹⁵² (Abb. 134). Auch wenn in der Regel über den Eisen ein Entlastungsbogen ausgebildet werden sollte,¹¹⁵³ so wurde bei kleineren Öffnungen und vor allem nachträglichen Maueröffnungen häufiger darauf verzichtet (Abb. 135).

In der ersten Hälfte des 19. Jh. kam der Kombination von unterlegten und als Zugstäben eingesetzten Eisen eine größere konstruktive Bedeutung zu. Erst in der Mitte des 19. Jh. wurde die Unterstützung durch hängende Zugstäbe bei flachen Eisenstürzen als nicht mehr zwingend erforderlich angesehen, sofern das jeweilige Auflager zwei Fuß¹¹⁵⁴ (ca. 62,8 cm) lang war. Da das Schwinden des Kalkmörtels als Nachteil in der gemeinsamen Verarbeitung von Eisen gewertet wurde, bestand bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. die Vorstellung, Eisen bevorzugt mit Gipsmörteln zu verarbeiten.¹¹⁵⁵

Gerade die Kompositbauweise mit unterstützenden Eisen war technisch-konstruktive Voraussetzung für eine antikisierende Architekturauffassung,¹¹⁵⁶ die mit ihrem gestalterischen

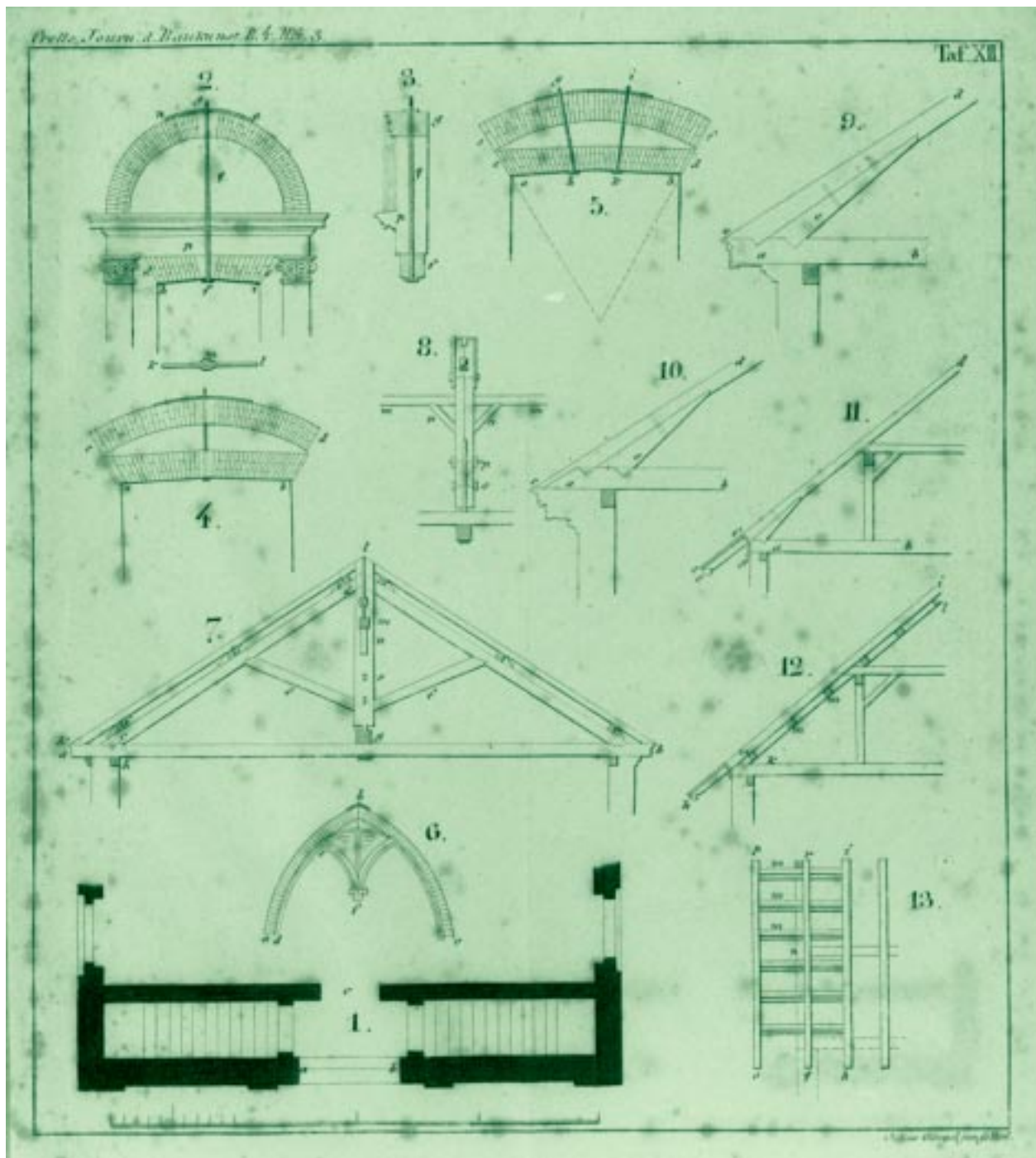


Abb.134 Voit 1831. Tafel XII. Stürze über Maueröffnungen, die als Kompositbauteil aus Steinen und Eisen zusammengesetzt wurden. Eisenstangen wurden als Zugstäbe verwendet, um scheinrechte Stürze zu entlasten oder besonders große Öffnungsbreiten zu überbrücken.



Abb.135 nachträgliche Maueröffnung in der Außenwand Gutshaus (Mitte 19. Jh.) in Groß Zietzen, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schönefeld, Dorfstraße

4. MAUERN

Schwerpunkt auf schiefe Stürze als vermeintliche Werksteinkonstruktion, technischen und konstruktiven Neuerungen sehr voreingenommen gegenüberstand.¹¹⁵⁷

BRÜSTUNG

Der untere Teil einer Fensteröffnung, die Brüstung, war weder Bestandteil der Öffnung noch Teil der Mauer, obwohl die Brüstung in der Regel mit in das umgebende Mauerwerk miteingebunden war. Bezeichnet wurde die Brüstung u.a. als „Brustmauer“¹¹⁵⁸, „Bruststein“¹¹⁵⁹, „Brustlehne“¹¹⁶⁰ oder „Fensterbrüstung“¹¹⁶¹. Die Brüstung war „überhaupt dünner als die übrige Mauer“¹¹⁶² und wurde in der Regel einen Fuß (ca. 31,4 cm) oder eine Steinlänge¹¹⁶³ breit angelegt. Der Grund für die geringere Mauerstärke bestand darin, das Hinausschauen bzw. den Zugang zum Fenster nicht zu behindern.¹¹⁶⁴ Als bequeme und sichere Brüstungshöhen wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. drei und vier Fuß¹¹⁶⁵ (ca. 94,2 bis 125,6 cm) angegeben, während sich die Höhe in der ersten Hälfte des 19. Jh. auf zwei Fuß neun oder zehn Zoll¹¹⁶⁶ (ca. 86,2 und 88,8 cm) reduzierte. Gleichzeitig wurden die Brüstungen mit den in der ersten Hälfte des 19. Jh. modern werdenden Eisengeländern vor den Fenstern noch tiefer angelegt.¹¹⁶⁷

Innen schloss die Brüstung mit einem Fensterbrett ab, das auch als „Lattebrett“¹¹⁶⁸ bezeichnet wurde, während außen die sogenannte „Sohlbank“¹¹⁶⁹ oder „Unterschwelle“¹¹⁷⁰ den äußeren Abschluss bildete.¹¹⁷¹ Bereits Ende des 17. Jh. wurde empfohlen, die Sohlbank leicht abschüssig anzulegen, um das Abfließen des Regenwassers sicherzustellen.¹¹⁷² Für ein verbessertes Abtropfen des Regenwassers wurden Anfang des 19. Jh. gezielt Tropfkanten angelegt, die einige Zentimeter von der Wand entfernt vorstanden.¹¹⁷³ In der Mark wurden die Sohlbänke meist aus Ziegeln als Rollschicht hergestellt¹¹⁷⁴ und in der Regel verputzt. Dabei wurde gelegentlich unter der Rollschicht eine abdichtende Biberschwanzlage vorgesehen. Sohlbänke aus Werkstein waren bis in das zweite Drittel des 19. Jh. in der Mark die Ausnahme.

Bei der Verwendung von Sohlbänken aus Werkstein war die Gefahr eines Bruches so wie bei den Werksteinstürzen sehr groß,¹¹⁷⁵ weshalb die Sohlbänke nur mit ihren Enden aufliegen sollten und mittig hohl blieben.¹¹⁷⁶ Diese hohle Fuge unterhalb der Sohlbank wurde in der Mitte des 19. Jh. mit einem halben und einem Zoll (ca. 1,3 und 2,6 cm) angegeben.¹¹⁷⁷ Teils wurde davon ausgegangen, die Fuge nach erfolgter Gebäudesetzung verschließen zu können, wobei die Brüstungsmauer nie belastet werden sollte.¹¹⁷⁸

DECKENAUFLAGER

Holzbalkendecken waren die häufigsten überirdischen Geschossdecken während des 17. bis 19. Jh., die sowohl auf den Außen- als auch Innenwänden lagerten. Obwohl bis in das 19. Jh. die Vorstellung prägend war, Mittelwände nicht oder kaum zur Lastabtragung der De-

ckenlasten mit heran zu ziehen, kam ihnen während des 18. Jh. eine wachsende statische Bedeutung zur Wandaussteifung zu. Um die Deckenbalken auf den Mauern, beispielsweise auf unregelmäßigem Bruchsteinmauerwerk,¹¹⁷⁹ horizontal einerseits einfacher ausrichten zu können,¹¹⁸⁰ andererseits auch um die Deckenlasten annähernd gleichmäßig zu verteilen, wurden Mauerlatten unter die Deckenbalken gelegt.¹¹⁸¹ Ebenso kam den Mauerlatten die Funktion eines Mauerankers zu, wobei die Latte Anfang des 19. Jh. dann jedoch möglichst aus Eichenholz bestehen sollte.¹¹⁸² Unabhängig von der wesentlich einfacheren Ausrichtung der Deckenbalken durch den Einsatz von Mauerlatten bestand mit der Absicht, Bauholz einsparen zu können, teils die Vorstellung, auf Mauerlatten gänzlich verzichten zu können.¹¹⁸³ In der Regel wurden Deckenbalken auf Mauerlatten aufgekämmt.¹¹⁸⁴ Die Mauerlatten wurden dazu auf einen ausreichend breiten Mauerabsatz gelegt oder in Ermangelung dessen ganz oder in Teilen in die Mauer eingemauert. Die Latte befand sich dann entweder am inneren Rand oder in Mauermitte.¹¹⁸⁵ Die Breite der Mauerlatte wurde Ende des 18. Jh. und in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. mit durchschnittlich sechs Zoll¹¹⁸⁶ (ca. 15,6 cm) angegeben. Der Nachteil der eingemauerten Mauerlatten bestand vor allem bei dünnen Außenwänden darin, dass die Mauerlatten ebenso wie die Balkenköpfe durch Feuchtigkeit stark gefährdet waren (Abb. 136).

Auch wenn die in Mauermitte angeordnete Mauerlatte in der zweiten Hälfte des 18. Jh. als fehlerhaft kritisiert wurde,¹¹⁸⁷ blieb sie eine gebräuchliche Konstruktion, neben der auf die Mauerinnenkante ausgerichteten Mauerlatte¹¹⁸⁸ (Abb. 137). Während der ersten Hälfte des 19. Jh. ging man weitgehend dazu über, die Mauerlatte nur bei den Innenwänden mittig anzulegen, während die Latten bei den Außenwänden auf die Innenkante ausgerichtet wurden.¹¹⁸⁹

Aufgrund der Gefährdung der Deckenaufleger in den Außenwänden durch eindringende Feuchtigkeit wurden Ende des 17. Jh. prinzipiell zwei Deckenaufleger unterschieden.¹¹⁹⁰

Konstruktiv vorteilhaft galten solche Auflager, bei denen die Balkenköpfe, auf einer Mauerlatte auf den Mauerrücksprung mit neun oder zehn Zoll¹¹⁹¹ (ca. 23,4 bis 26,0 cm) Breite lagerten und Luft umspült waren.¹¹⁹² Damit war der Balken zwar einerseits vor eindringendem Wasser geschützt und lag zu drei Seiten frei. Der entscheidende Nachteil dieser Deckenkonstruktion bestand allerdings in den resultierenden großen Mauerquerschnitten, die einen enormen Raumverlust und zusätzlich höhere Herstellungs- und Materialkosten verursachten (Abb. 138). Vor allem aus diesen Gründen wurde auf die an sich konstruktiv vorteilhafteren freiliegenden Balkenköpfe verzichtet und die Balken, nicht nur in der Mark, in die weniger starken Außenmauern mit eingemauert.¹¹⁹³ Ein mögliches Verrotten der Balkenköpfe wurde dabei in Kauf genommen.¹¹⁹⁴

Um die eingemauerten Balkenköpfe dennoch vor der zerstörerischen Feuchtigkeit zu schützen und der häufigen Schwammausbreitung Einhalt zu gebieten, wurden ab der zweiten



Abb.136 Reste Deckenbalken, Balkenaufleger, Seitenflügel (EG/ OG) Neue Promenade 5 (Dentro Dach 1750) in Berlin-Mitte. Die Breite der Mauerlatte wurde Ende des 18. Jh. und in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. mit durchschnittlich sechs Zoll (ca. 15,6 cm) angegeben. Der Nachteil der eingemauerten Mauerlatten bestand vor allem bei dünnen Außenwänden darin, dass die Mauerlatten ebenso wie die Balkenköpfe durch Feuchtigkeit stark gefährdet waren.



Abb.137 Balkenaufleger eines Deckenbalken, (EG/ OG) Schloss Rheinsberg (1734-39), Rheinsberg, Landkreis Ostprignitz, Amt Rheinsberg

4. MAUERN

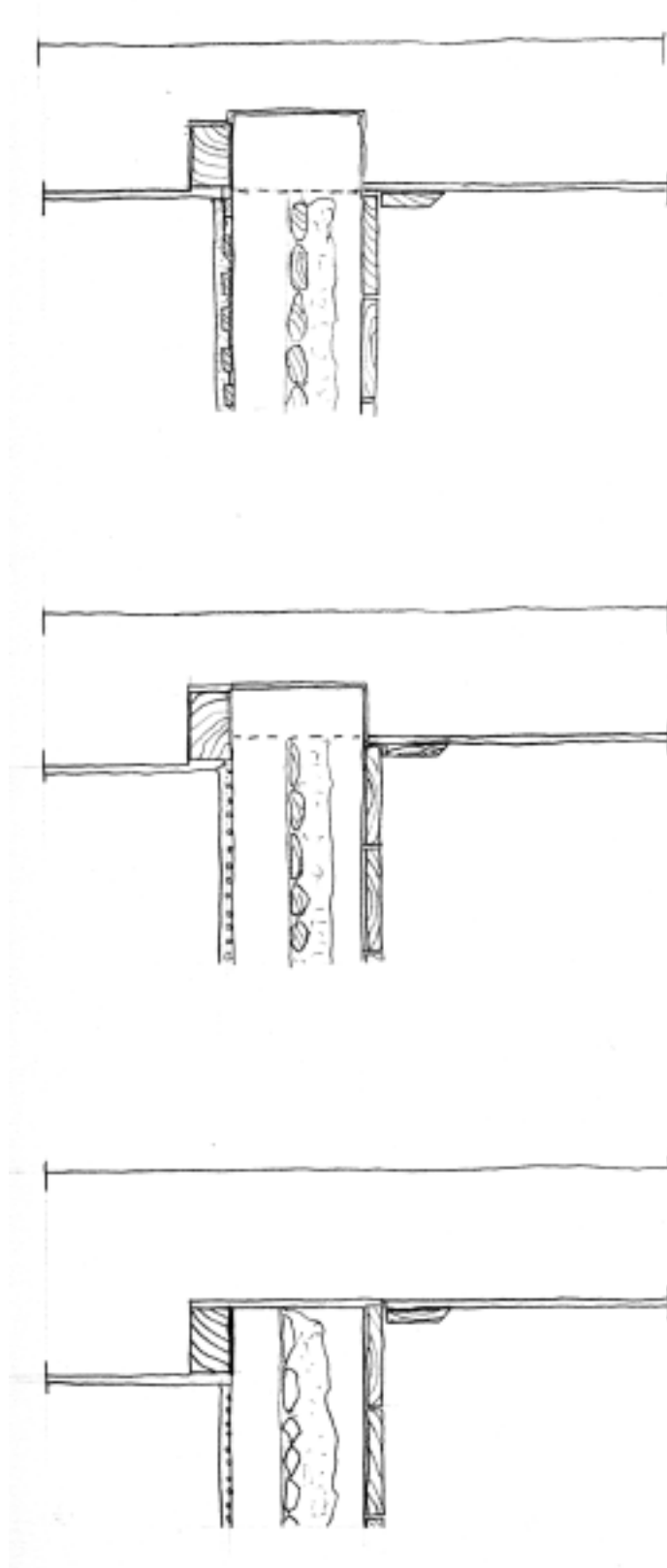


Abb.138 Skizze, abhängig von der Mauerstärke standen unterschiedliche Balkenaufleger zur Verfügung. In Figur 1 mit einer sehr geringen Mauerstärke wurden die Balkenköpfe, in der Regel auf einer Mauerlatte, eingemauert. Ebenfalls eingemauert wurden die Balkenköpfe in Figur 2, obwohl der Mauerquerschnitt im unteren Geschoss bereits verstärkt wurde. Die schematischen Balkenaufleger in Figur 1 und 2 waren in der Mark Brandenburg prägend. Wohl wissend, dass die eingemauerten Balkenköpfe bei eindringender Feuchtigkeit leicht verrotteten. Gegenüber gestellt wurden der größere Ziegelbedarf für die Wände und der Flächenverlust durch die größeren Mauerquerschnitte. Wenn größere Mauerquerschnitte angelegt wurden, stieg die Wahrscheinlichkeit, die Deckenbalken nur auf den Mauerab-sätzen aufzulagern (Figur 3).

Hälfte des 18. Jh. Konservierungsmaßnahmen für die Balkenköpfe empfohlen.¹¹⁹⁵ Entweder wurden die Hölzer angekohl^t,¹¹⁹⁶ geteert,¹¹⁹⁷ geölt,¹¹⁹⁸ mit Birkenrindenwickeln versehen¹¹⁹⁹ oder mit einer Lehmschicht¹²⁰⁰ überzogen. Anfang des 19. Jh. wurden meist präventiv Salzlaugeⁿ¹²⁰¹ gegen Schwamm nahegelegt, sowie Blei-¹²⁰² und Zinnblechummantelungen als Lösungen angepriesen.¹²⁰³ Die Blechummantelungen wurden jedoch schnell wieder aufgegeben, da die auftretende Stockfäule eine zügige Zerstörung noch unterstützte.¹²⁰⁴ Den dauerhaften Deckenauflagern kam Ende des 18. Jh. so ein großes konstruktives Interesse zu.¹²⁰⁵ Einerseits wurden gezielt Belüftungssysteme für Balkenköpfe und Mauerlatten, besonders der stark gefährdeten Erdgeschossdecken der Außenwände, entwickelt, wozu in den Mauern Belüftungskanäle und Luftkammern angelegt wurden.¹²⁰⁶ Andererseits wurde versucht, die gesamte Tragkonstruktion ins Gebäudeinnere zu verlagern. Dazu wurden die Deckenlasten gezielt auf innen dafür angelegte Mauerpfeiler übertragen. Dadurch wurde die bestehende Trennung nach Außen- und Innenwänden vollständig aufgeben, an deren Stelle lasttragende Stützen und Wandbekleidungen traten.¹²⁰⁷ Diese Konstruktion fand in der Mitte des 19. Jh. beispielsweise für Scheunen, wie die in Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf und Ribbeck, Landkreis Havelland, Amt Nauen-Land Anwendung. Die Außenwände dienten ausschließlich als Witterungsschutz und waren von der hölzernen Tragkonstruktion weitgehend getrennt, so dass nur noch untergeordnet Lasten vom Dach oder von den Zwischenebenen in die Außenwände geleitet wurden (Abb. 68).

Ebenso wurden im Rückgriff auf mittelalterliche Bauwerke innen vorlagernde Kragsteine als Ideal hervorgehoben, auf denen witterungsgeschützt Rahmenstück und Balken lagen.¹²⁰⁸

GIEBELMAUER

Giebelwände wurden bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. konstruktiv unterschieden in die Giebelmauer als Teil der Umfassungsmauern¹²⁰⁹ und dem oberen Giebeldreieck als Teil des Dachwerks.

Ausschlaggebend für die statisch-konstruktive Beurteilung der Seiten- oder Giebelwände war, ob sie frei standen, sie unmittelbar an die Nachbarbebauung stießen oder ob sie als gemeinsame Grenzwand angelegt wurden. Vor allem in kleineren Städten wurden Giebelwände bis in die erste Hälfte des 19. Jh. als Fachwerkwände ausgebildet, wenngleich Brandschutzvorgaben¹²¹⁰ dem widersprachen. Dennoch kam den aus Ziegeln errichteten Giebelwänden aus Gründen der Stabilität und des Brandschutzes wachsende Bedeutung zu,¹²¹¹ so dass sie um 1800 für freistehende Wände mit eineinhalb¹²¹² und bei gemeinsamen nachbarschaftlichen Giebelwänden mit einer Steinlänge¹²¹³ angegeben wurden. Im Unterschied zu den Fassadenmauern wurden die Seitenmauern in der Regel nicht als Deckenaufleger mit herangezogen. Mauerabsätze, wie sie bei den Fassadenmauern je Geschoss angelegt wurden, waren

nicht erforderlich. Nur bei höheren Bauwerken wurde aus statischen Überlegungen heraus in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. eine Abstufung, beispielsweise im Rhythmus von zwei Stockwerken, empfohlen.¹²¹⁴ Ausgehend von einer Mindeststärke für das Erdgeschoss mit eineinhalb Steinlängen¹²¹⁵ wurde die Aussteifung freistehender Giebelwände nun in der Regel über die Deckenbalken sichergestellt.¹²¹⁶

Giebeldreieck

Die dem Dachwerk zugeordneten Giebeldreiecke wurden bis in das 19. Jh. mit einer äußeren Brettverkleidung vor allem für einfache Bauwerke dauerhaft und witterungsbeständig gegen Schlagregen geschützt.¹²¹⁷ Daneben wurden halbsteinstarke oder steinstarke¹²¹⁸ Ziegelwände als Dachraumbegrenzung ausgeführt, wobei Dachstuhl und hölzerne Fachwerke häufig eingemauert waren,¹²¹⁹ so wie in Abbildung 139 und 140 dargestellt.

Sofern Giebeldreiecke überhaupt mit Lehmsteinen ausgefüllt wurden, war wegen ihrer Auflösung bei einwirkender Feuchtigkeit eine zusätzliche Brettverkleidung oder zu mindestens eine wasserabweisende Beschichtung oder Putz zur Wetterseite hin aufzubringen.¹²²⁰ Beispielsweise nahm der Verfall des als Lehmsteinbau um 1800 errichteten Gutshauses in Kleinmachnow, Landkreis Potsdam-Mittelmark, seinen Anfang durch Witterungsschäden des Westgiebels.¹²²¹ Je nach Verfügbarkeit wurden witterungsbeständige Ziegel, gespaltene und gebrochene Natursteine und, selten, Mörtelsteine für die Giebeldreiecke eingesetzt. In den 40er Jahren des 19. Jh. wurden insbesondere für die Giebeldreiecke Kunststeinplatten¹²²² als Verkleidung angeführt. Sehr beliebt blieb bis in das 19. Jh. immer wieder Gips, der als vermeintlich besonders witterungsbeständiger Mörtel beurteilt wurde.¹²²³ Die als aufwendiger angesehene Herstellung geschalter Giebeldreiecke führte dazu, dass bei geschalten Wandsystemen die Giebeldreiecke als Steinmauerwerke ausgeführt wurden.¹²²⁴

Um die durch Witterung und Windeinwirkungen besonders beanspruchten Giebeldreiecke möglichst zu schützen, wurde das Giebeldreieck teils mit einem Walm reduziert.¹²²⁵ Bei besonders Wind gefährdeten exponierten Lagen wurde der Giebel verstärkt mit dem Dachwerk verankert.¹²²⁶

Zur Stabilisierung der Giebeldreiecke wurden den gesamten Untersuchungszeitraum über Pfeiler als konstruktives Gerüst angelegt, wenn das Giebeldreieck nicht sowieso in das Dachwerk mit eingebunden war. Die Pfeiler wurden zumeist aus Ziegeln errichtet, während die Zwischenfelder auch aus Lehmsteinen¹²²⁷ in Breiten mit einer halben¹²²⁸ oder einer¹²²⁹ Steinlänge hergestellt sein konnten. Zu Beginn des 19. Jh. wurde für wetterseitige Giebeldreiecke eine durchgängige Mindestbreite von einer Steinlänge gefordert,¹²³⁰ die in Abhängigkeit der jeweiligen Gebäudehöhe und Windeinwirkung zusätzlich verstärkt werden sollte.¹²³¹ Den Materialeigenschaften entsprechend wurden auch nur die nördlichen bzw. westlichen Giebel in Ziegel ausgeführt, während die witterungsgeschützten Giebel beispielsweise



Abb.139 Speicherbau Giebelansicht außen (um 1800) in Dreesch, Landkreis Prenzlau Land, Amt Grünow,



Abb.140 Speicherbau Giebelansicht innen (um 1800) in Dreesch, Landkreis Prenzlau Land, Amt Grünow,

4. MAUERN

aus Lehmsteinen errichtet wurden.¹²³² In Verbindung mit den stehenden Stuhlsäulen wurden im letzten Drittel des 18. Jh. die Stuhlsäulen in sogenannte Pfeiler der Giebeldreiecke mit eingebunden. Dazu wurden die Stuhlsäulen, die auf der Außenwand standen, dreiseitig eingemauert¹²³³ (Abb. 131, Fig. 126). Die seitlich begrenzenden Pfeilerwangen waren in der Regel eine halbe Steinlänge breit.¹²³⁴ Das Giebeldreieck war in Höhe der Kehlbalken mit dem Dachwerk durch Anker verbunden,¹²³⁵ die in der ersten Hälfte des 19. Jh. möglichst über drei Balken reichen sollten.¹²³⁶ Da jedoch die Verbindung von Dachwerk und steinerne Giebeldreiecke äußerst instabil war,¹²³⁷ wurden konstruktiv vollständige Mauerwerkspfeiler bevorzugt,¹²³⁸ die jedoch eine Ausnahme darstellten. In der Mark waren Giebeldreiecke mit pfeilerartig eingebundenen Stuhlsäulen bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. die häufigste Konstruktion freistehender Giebeldreiecke¹²³⁹ (Abb. 131, Fig. 126). Angeführt wurde diese Konstruktion mit einem mehrschaligen Mauerwerk mit äußerer Ziegelbekleidung und innerer Lehmsteinwand.¹²⁴⁰

Die Materialeinsparung war der wesentliche Vorteil der durch Stuhlsäulen unterstützten Giebeldreiecke, ungeachtet dessen, dass sich die Konstruktion bei stark bewitterten Giebeln durch verfaulende Holzteile als besonders schadensanfällig erwies.¹²⁴¹ Dennoch wurden bis in zweite Hälfte des 19. Jh. Giebeldreiecke mit einer Breite von einer Steinlänge als völlig ausreichend angeführt.¹²⁴²

In der Absicht, dauerhaft den Holzverbrauch sowohl der Dachwerke als auch der Giebeldreiecke einzusparen, stellte der sächsische Architekt Krubsacius im letzten Drittel des 18. Jh. massive Stufengiebel und Steinbogen vor,¹²⁴³ auf denen die hölzerne Tragkonstruktion der Dachfläche lag. Die Konstruktion wurde allerdings als so befremdlich angesehen, dass sie bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. zwar als Konstruktion erwähnt wurde, eine Ausführung jedoch weitgehend ausgeschlossen blieb.¹²⁴⁴ Die Besonderheit bestand vorrangig darin, dass die konstruktive Unterscheidung der Giebelwand zwischen Mauer- und Dachwerk aufgehoben wurde.

GESIMSE

Gesimse sind horizontale Mauervorsprünge oder überkragende Mauerabschlüsse. Ihnen kam sowohl eine sehr hohe gestalterische als auch eine die Mauer vor Niederschlag schützende Bedeutung zu.¹²⁴⁵ Zu Beginn des 19. Jh. wurden gerade Mauerabschlüsse gelegentlich den überkragenden Gesimsen gegenübergestellt,¹²⁴⁶ wobei die Mauer mit bündigen, größeren, aufliegenden Steinen¹²⁴⁷ oder einer Rollschicht¹²⁴⁸ abschloss.

Je nach Anwendung wurden die Gesimse zur Stockwerksmarkierung¹²⁴⁹ als sogenannte „Gurt- oder Bandgesimse“¹²⁵⁰ bezeichnet, während Gesimse als Mauerabschluss und Übergang zum Dach als sogenanntes „Haupt- oder Kranzgesims“¹²⁵¹ beschrieben wurden.¹²⁵²

Für die Gurtgesimse wurden eine oder mehrere vorspringende Ziegelschichten angelegt, die zum Teil auch behauen waren. Dabei wurden die Ziegel sowohl lagerhaft,¹²⁵³ als auch als Rollschicht¹²⁵⁴ angelegt und konnten mit schräg aufgelegten Ziegelfliesen kombiniert sein.¹²⁵⁵ Neben den üblichen Ziegelformaten wurden auch längere Gesimsziegel, wie sie vorrangig für die Dachgesimse genutzt wurden, verarbeitet.¹²⁵⁶

Die obere Mauerbegrenzung markierte durch die Hauptgesimse den Übergang zum Dachwerk. Damit war das Hauptgesims ein sehr wichtiges Element der Fassadengestaltung, wofür eine Fülle an Vorlagen mit detaillierten Einzelangaben existierten, die sich mehr oder weniger deutlich auf antike Beispiele bezogen und im wesentlichen für den Prachtbau konzipiert waren.¹²⁵⁷ Wesentliche Bestandteile gestalterisch beeindruckender Gesimse waren sogenannte „hängende Platten“¹²⁵⁸ oder gestaltete Unterbalken, Friese und Kränze, die mit weiteren Dekorationselementen wie Karnieße, Wulste, Plättchen,¹²⁵⁹ Hohlkehlen¹²⁶⁰ etc. ausgestattet waren. Zum Teil wurden solche Prachtgesimse auch als ganze Gebälke¹²⁶¹ umschrieben und gleichzeitig zu den vereinfachten „Kranzgesimsen“¹²⁶² sogenannter mittelmäßiger Gebäude abgegrenzt. Die beigemessene hohe soziale und architektonische Bedeutung der Gesimse zeigte sich beispielsweise daran, dass um 1800 überkragende Platten sowie alle horizontalen Gesimsauskragungen bei einfachen Land- und kleineren Stadtgebäuden unterbleiben sollten.¹²⁶³ Bis in das 19. Jh. war für die Gestaltung der Hauptgesimse Werkstein oder eine optische Nachbildung¹²⁶⁴ maßgeblich. Werksteingesimse wurden vorrangig bei Gebäuden mit hohem Repräsentationsanspruch¹²⁶⁵ oder in Folge von staatlichen Vorgaben und Förderungen, wie beispielsweise für Gebäude in den Residenzstädten Berlin und Potsdam, eingesetzt. Im Unterschied zu den Ziegelgesimsen ließen sich mit Werksteinen ausladende Gesimse leichter ausführen,¹²⁶⁶ vorausgesetzt, der Stein war gegen Überkippen gesichert. Die Werksteinquader erstreckten sich häufig über die gesamte Mauerbreite¹²⁶⁷ (Abb. 141, Fig. 3 u. Abb. 142). Zum Teil wurde der Platz für eine Mauerlatte und die Deckenbalken ausgespart (Abb. 141, Fig. 2). Um ein Überkippen der besonders gefährdeten Gesimsecken möglichst zu vermeiden, wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. gezielt größere Lagerflächen¹²⁶⁸ vorgesehen.

Aufgrund der geringeren Steinlänge waren größere Gesimsauskragungen mit Ziegeln nur durch Einsatz von Subkonstruktionen möglich. Sobald die Ziegel zu weit überkragten, drohten sie überzukippen bzw. abzubrechen.¹²⁶⁹ Zur Vorbeugung wurden größere, spezielle Gesimsformate¹²⁷⁰ in Kombination mit üblichen Ziegelformaten und Biberschwänzen für die Ziegelgesimse eingesetzt¹²⁷¹ (Abb. 143 u. 144). Dazu wurde ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. im Sinne einer Faustregel festgelegt, nur die halbe Steinlänge überzukragen.¹²⁷² Die Überkragung der sogenannten Hängenden Platten wurde Anfang des 19. Jh. mit acht und zehn Zoll¹²⁷³ (ca. 20,8 und 31,4 cm) angegeben, so dass die theoretische Steinlänge zwischen über vierzig und sechzig Zentimeter betrug. Die überkragenden Ziegel wurden vorzugsweise dop-

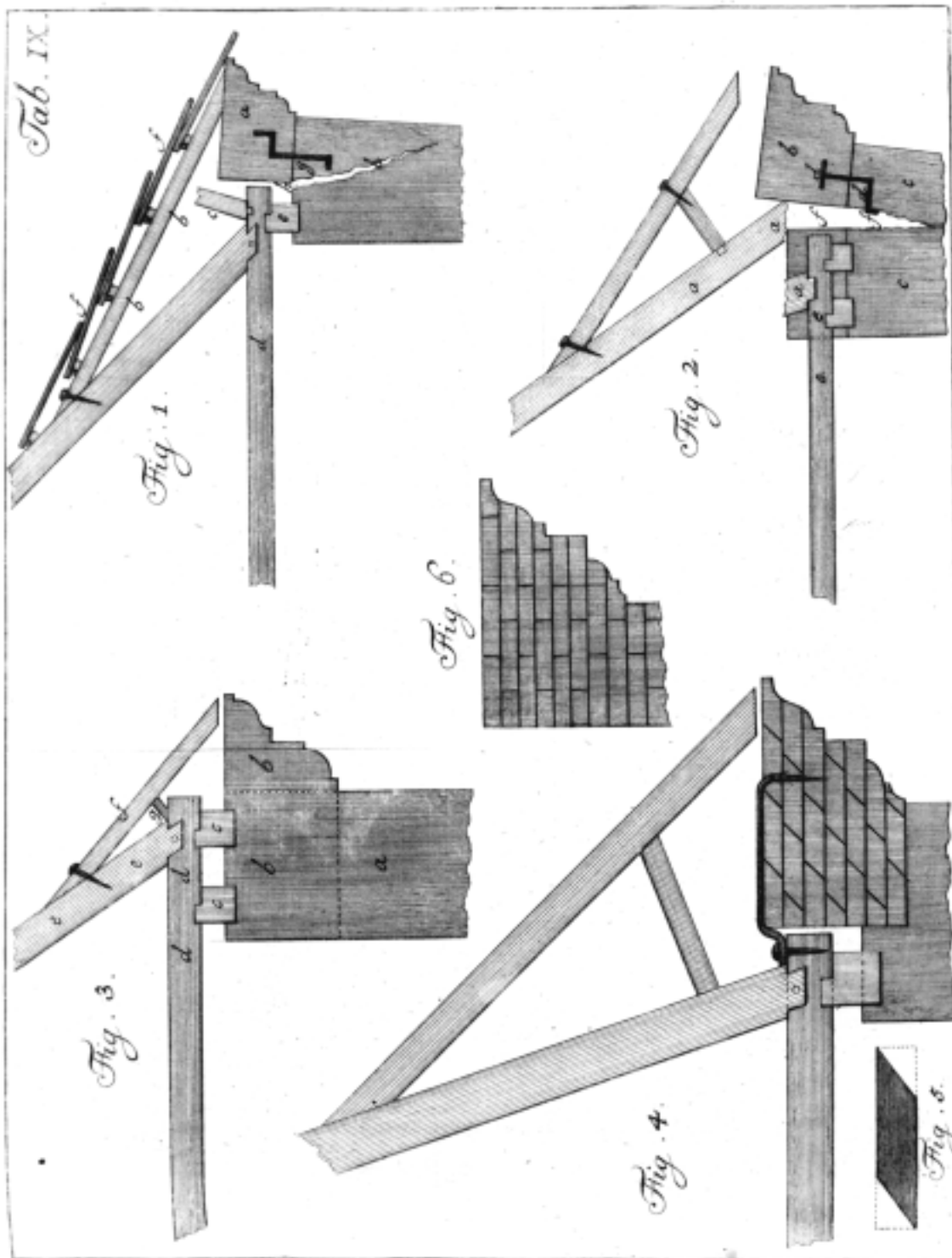


Abb. 141 Angermann 1766. Tafel IX. verschiedene Gesimskonstruktionen, einschließlich deren konstruktiver Schädigung. Horizontalkräfte, die durch aufliegende Aufschieblinge führten dazu, dass die Gesimse sich aufspalteten.



Abb.142 Sandsteingesims, Gutenbergstraße 25/ Ecke Jägerstraße (1733-1740,1788) in Potsdam,



Abb.145 Ziegelgesims mit Flachanker, Brandenburger Straße 5-6 (1733-1740) in Potsdam.



Abb.143 Ziegelgesims, Bäckerstraße 8 (zweite Hälfte 18. Jh.) in Brandenburg.



Abb.144 Ziegel- und Holzgesims, Gutshaus (Ende 18. Jh.) in Dahlewitz, Landkreis Teltow-Fläming, Amt Rangsdorf.

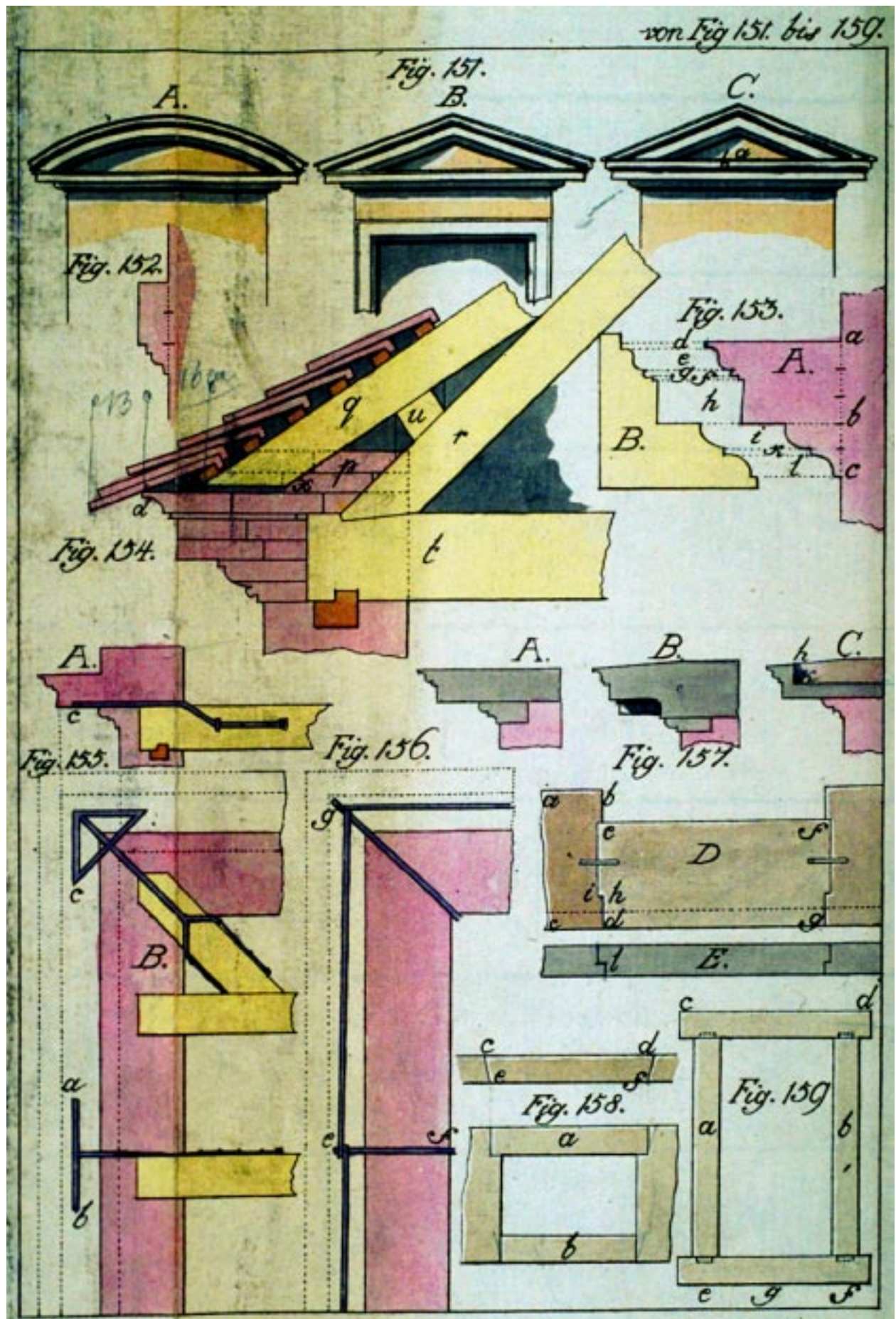


Abb.146 Gilly 1797. Tafel Figur 151 bis 159.

4. MAUERN



Abb.147 Dremmel mit eingemauerten Sparren (Ende 18. Jh.), August-Bebelstraße 22a in Neuruppin. Unabhängig von der jeweiligen konstruktiven Ausbildung als überkragendes Werkstein- oder Ziegelgesims wurden Mauern als Gegengewichte in den Dachraum errichtet. Die Dachbalken sowie Sparrenköpfe und Aufschieblinge wurden dabei vollständig eingemauert. Wenngleich die Hölzer dabei schnell verrotteten, wurde an einer Auflast für die überkragenden Gesimse bis in die erste Hälfte des 19. Jh. weiterhin festgehalten.

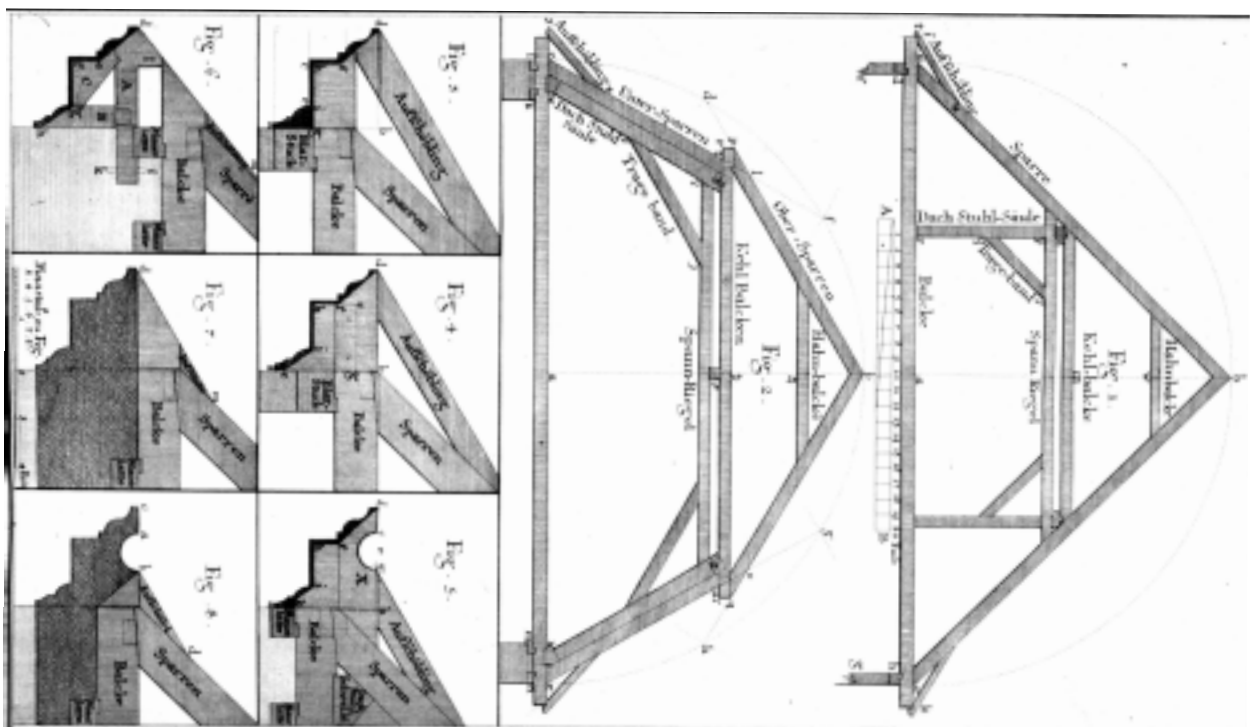


Abb.148 Penther 1745. Tab. XLVIII. Alternativ zu Steingewölben wurden Gewölbe häufig mit dem Dachwerk aus Holz gefertigt, oder aus Holz- und Steinteilen zusammengefügt.

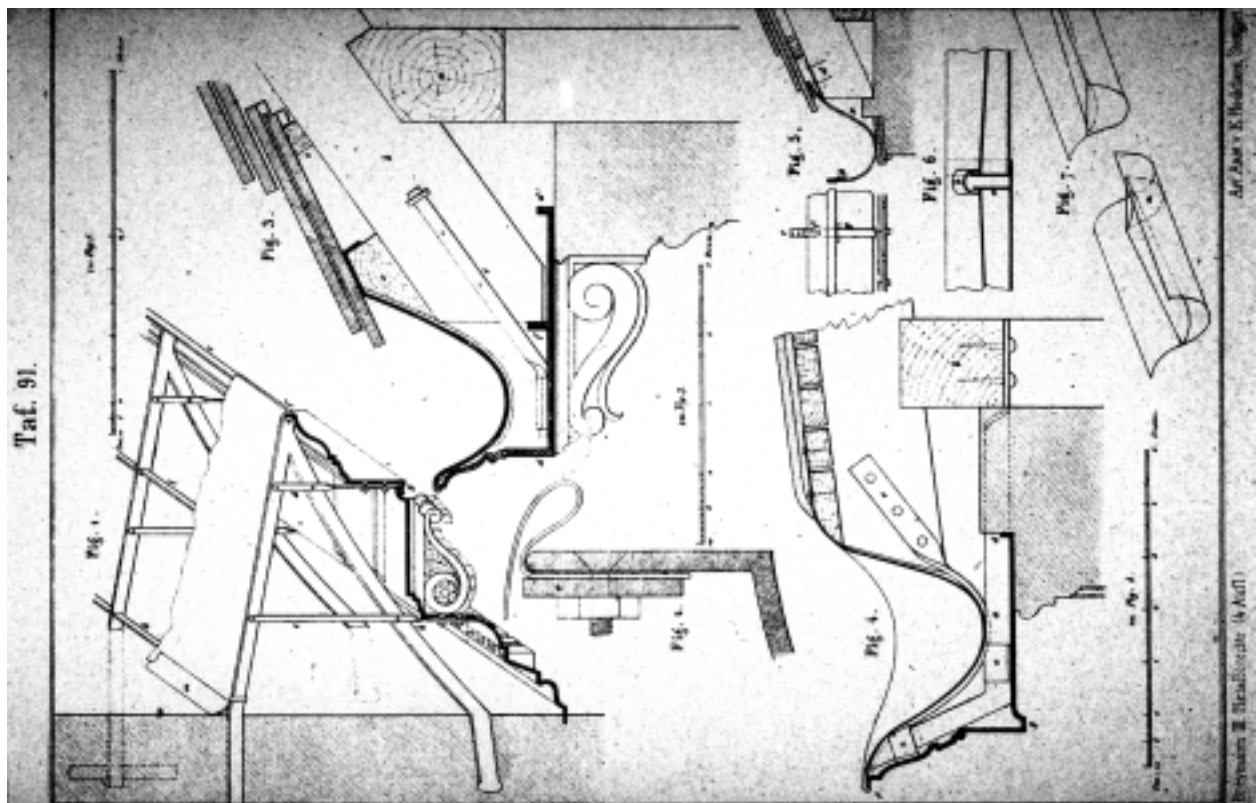


Abb.149 Breymann 1877. Tafel. 91. Gesims für ein nicht näher bezeichnetes Gebäude der Berliner Technische Hochschule, errichtet in den 30er Jahren des 19. Jh. Das Gesims besteht aus einem Flacheisengerüst mit Blechverkleidung. Von dem Gesims gehen keine nachteiligen Horizontalkräfte aus.



Abb.150 Attika, Charlottenstraße 93 (1777), in Potsdam

4. MAUERN

pelt geschichtet, in der Vorstellung, so die Festigkeit der Überkragung zu erhöhen.¹²⁷⁴ Zum Teil wurde gefordert, überkragende Platten nur aus kleineren Ziegelformaten und Flacheisenankern anzulegen.¹²⁷⁵ Derartige Gesimsbewehrungen waren in Form von Flacheisen den gesamten Untersuchungszeitraum über bekannt (Abb. 145 und 146). Die Flacheisen verliefen in der Regel parallel zur Traufe und waren durch Querstücke an den Dachbalken befestigt.¹²⁷⁶ Die Ziegel wurden sowohl ohne als auch mit einer abgearbeiteten Aussparung oder Falz für die Anker aufgelegt.¹²⁷⁷ Die Flacheisen bestanden sowohl abschnittsweise (die Abschnittslänge betrug zwischen 3 bis 6 Fuß¹²⁷⁸ (ca. 94,2 bis 188,4 cm)), konnten jedoch auch verbunden über den gesamten Gesimsverlauf angelegt sein.

Bei mehr als viereinhalb oder fünf Zoll¹²⁷⁹ (ca. 11,7 oder 13,0 cm) überkragenden Stein-schichten wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. eine Gesimsverankerung als notwendig erachtet. Neben den allgemein bekannten Flacheisenankern (Abb. 146) wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. auch Eisenstangen als Anker eingeführt, über die vorgebohrte Steine geschoben wurden.¹²⁸⁰ Da die Eisenstangen im Mauerwerk befestigt wurden, verlor die Dachbalkenlage ihre bisherige Bedeutung zur Befestigung der Gesimsanker.¹²⁸¹

Die Gesimsecken stellten wegen ihres hohen überkragenden Anteils eine besondere Schwierigkeit dar und drohten stärker noch als die übrigen Hauptgesimsteile überzukippen. Entsprechend wurden die Gesimsecken¹²⁸² aber auch alle anderen schwer oder nicht aus Ziegeln herstellbaren Gesimsteile, wie gekrümmte Flächen,¹²⁸³ bis in das 19. Jh. in Werkstein gefertigt. Mit der größeren Verfügbarkeit an Eisen kam den sogenannten Winkelankern zur Ausbildung schwieriger Gesimspartien wachsende Bedeutung zu und ersetzte den Werkstein.¹²⁸⁴ Darüber hinaus wurde in den 30er Jahren des 19. Jh. Eisen in Form von Gusseisenplatten als Hängeplatten auf Gesimsanker gelegt.¹²⁸⁵

Unabhängig von der jeweiligen konstruktiven Ausbildung als überkragendes Werkstein- oder Ziegelgesims wurden als Auflast Mauern in den Dachraum hinein angelegt. Die Dachbalken sowie Sparrenköpfe und Aufschieblinge wurden dabei vollständig eingemauert (Abb. 147). Wenngleich die Hölzer dabei schnell verrotteten, wurde an einer Auflast für die überkragenden Gesimse bis in die erste Hälfte des 19. Jh. weiterhin festgehalten.¹²⁸⁶

Als Schadensursache wurden dagegen ab dem zweiten Drittel des 18. Jh. auf überkragenden Gesimsen lagernde Aufschieblinge ermittelt. Die Aufschieblinge führten zu statisch störend empfundenen „Mauerbelastungen“¹²⁸⁷, wodurch vor allem bei mehrschaligen Mauerwerken eine Mauerspaltung eintrat. Um diesem Schaden vorzubeugen, waren Gesimse entgegen den gestalterischen Vorgaben möglichst nicht überkragend anzulegen oder die Aufschieblinge auf dem Sparren zu lagern. Beides wurde bis in das 19. Jh. trotz größerer Bekanntheit nicht selbstverständlich eingehalten.¹²⁸⁸

Ebenso wurden Gesimse, je nach Gestaltungsabsicht, aus einer Vielzahl profilierter Bretter und hölzerner Dachschweller zusammengesetzt, die an den Dachbalken befestigt waren.

Solche für Fachwerkgebäude typische Gesimskonstruktionen wurden auf Steingebäude übertragen (Abb. 148). Obwohl derartige Holzgesimse bis in das 19. Jh. sehr häufig waren,¹²⁸⁹ stießen sie vorrangig wegen der befürchteten Brandgefahr auf Ablehnung.¹²⁹⁰

Der konstruktive Witterungsschutz der Gesimse bestand in einem größeren Überstand, dem für einfache eingeschossige ländliche Bauwerke, insbesondere solchen aus Lehm, Beachtung beigemessen wurde.¹²⁹¹ Veranschlagte Dachüberstände von einem oder eineinhalb Fuß¹²⁹² (ca. 31,4 bis 47,1 cm) entsprechen weitgehend den Überständen ausgeführter Landgebäude. Eine Ausnahme stellte lediglich die Überdachung des ehemaligen Schafstalls in Tauche, Beeskower Straße 1, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, dar, der zwischen ca. 50 und 60 Zentimeter betrug. Die weiten Sparrenabstände (ca. 90 cm) weisen jedoch darauf hin, dass der weite Dachüberstand möglicherweise mit einer weichen Strohdeckung zusammenhing. Kennzeichnend für viele einfache, städtische und ländliche Gebäude waren vorstehende Gesimse, die mit den Dachbalken über den Wänden angelegt wurden. Die vorstehenden, angeschrägten Dachbalkenköpfe wurden dazu äußerlich mit Brettern verkleidet.¹²⁹³

Um weit überkragende Gesimse ausbilden zu können, ohne jedoch instabile Überkragungen mit Ziegeln oder Werkstein oder aufwendige Subkonstruktionen in Kauf nehmen zu müssen, wurden überkragende Gesimse aus überkragenden Ziegelschichten und Holzvorbauten zusammengesetzt (Abb. 144 und 148). Diese zusammengesetzten Gesimse boten gleichzeitig die Möglichkeit auch bei städtisch unauffälligeren Gebäuden eine Regenrinne als Kastenrinne in das Gesims mit einzubinden.¹²⁹⁴ Leichte überkragende Gesimse, die sowohl aus Steinen und Holz zusammengesetzt waren, als auch solche aus Hohlsteinen und Blechverkleidungen erhielten im 19. Jh. wachsende Bedeutung¹²⁹⁵ (Abb. 149), wenngleich schwere, überkragende Gesimse vor allem für repräsentative Bauwerke angelegt wurden.

Eine sehr repräsentative Gesimsausbildung stellten Attiken dar, die vornehmlich in den größeren Städten als Abschluss über dem Hauptgesims angelegt wurden. Diese aus Werkstein, aber auch aus Ziegeln errichteten Attiken behinderten die Regenwasserableitung, so dass trotz ausgebildeter Rinnen im Allgemeinen erhebliche Wasserschäden und Zerstörungen eintraten. Um diese Schwachstellen dauerhaft zu vermeiden, wurde Ende des 18. Jh. die Dachhaut solcher Gebäude mit Attiken angehoben und über die Attika geführt¹²⁹⁶ (Abb. 150). Dazu wurden beispielsweise Knaggen mit der jeweils notwendigen Höhe auf die Sparren gesetzt.

Ebenso wie die Decken- wurden auch die Dachbalken prinzipiell auf Mauerlatten ausgerichtet und aufgekämmt. Den Mauerlatten kam eine Last verteilende Wirkung zu, deren Bedeutung bei instabil eingestuftten Wänden, wie Lehmwänden, noch höher bewertet wurde.¹²⁹⁷ Darüber hinaus wurde den Mauerlatten eine Ankerwirkung zugeschrieben.¹²⁹⁸ In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wandelte sich die konstruktive Bedeutung der Mauerlatten vom Lastausgleich zur Fußpfette, womit die Mauerlatte zu einem wesentlichen Teil der

ausgleich zur Fußfette, womit die Mauerlatte zu einem wesentlichen Teil der Dachkonstruktion wurde.¹²⁹⁹

Anders als bei den Deckenbalken wurden für die Dachbalken in der Regel zwei Mauerlatten gefordert, wenngleich die Bauverwaltung aus Gründen der Holzeinsparung auf Latten meinte gänzlich verzichten zu wollen.¹³⁰⁰ Im letzten Drittel des 18. Jh. hatte sich weitgehend durchgesetzt, zwei Mauerlatten für Außen- und eine für Innenwände anzunehmen.¹³⁰¹ Mauerlatten und Dachbalken befanden sich bis in das 19. Jh. hinein meist in Höhe der Gesimse, so dass die Dachbalken mit der Gesimsoberkante abschlossen oder die Mauerlatte auf dem Gesims auflag.¹³⁰² (Abb. 141, Fig. 4 u. 3.).

DREMPEL

Mit „Drempel“ oder „Trempel“¹³⁰³ wurden bis in das 19. Jh. vorrangig abstützende Hölzer bezeichnet, die beispielsweise eingesetzt wurden, damit vertikale Wände eines ausgestochenen Grabens nicht zusammengedrückt wurden. Gleichzeitig wurde mit dem Drempel ein zusätzlicher Speicherraum verbunden, wie er als Halbgeschoss vor allem bei Schlossbauten vorkam.¹³⁰⁴ Der Drempel wurde sowohl als seitliche Dacherhöhung, Attika als auch als Halbgeschoss aufgefasst und während des 18. Jh. immer wieder angelegt,¹³⁰⁵ wenngleich der Drempel für die Dach- und Mauerkonstruktionen bis in das 19. Jh. weitgehend unbedeutend blieb. Eine Aufwertung des Drepfels erfolgte in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. als Bestandteil flach geneigter Satteldächer nach italienischem Vorbild.¹³⁰⁶ Solche flachen Dächer ließen sich in Verbindung mit Zink- und Eisenblecheindeckungen¹³⁰⁷ sowie für kurze Zeit auch mit den Dornschen Lehmshindeln (Lehmshindeln mit Teer bestrichen) regendicht herstellen. Dabei war der Drempel eine Holzkonstruktion, die sich aus Schwelle, Stielen und Rähm zusammensetzte und auf Dachbalken und Außenwänden ruhte.¹³⁰⁸ Durch Streben und Zangenkonstruktionen war der Drempel mit dem übrigen Dachstuhl ausgesteift.¹³⁰⁹ Den Sparren dienten die Drepfel als Auflager. Der Drempel wurde wie eine Fachwerkwand ausgefacht oder in den Dachraum eingerückt und nach außen durch eine Mauerscheibe begrenzt.¹³¹⁰ Geschätzt wurde der durch Drempel geschaffene Dachraum überdies für größere Tragkonstruktionen, beispielsweise Hängewerkkonstruktion über großen Räumen,¹³¹¹ oder einfach als belüfteter Stauraum¹³¹² (Abb. 123).

TREPPENMAUERN

Größere konstruktive Beachtung fanden im letzten Drittel des 18. Jh. die Wände, die eine Treppenanlage umschlossen. Wesentliche Ursache für das gestiegene Interesse der Treppenmauern lag in der als unzureichend angesehenen Aussteifung, insbesondere bei größeren Mauerhöhen. Aussteifende Deckenbalken fehlten, weshalb besonders solche Treppenmauern, die als freistehende seitliche Außenwände fungierten, sehr gefährdet waren. Eine für die

Standssicherheit als notwendig erachtete Verankerung der Außenwand war durch die Treppenanlage verhindert. Entsprechend waren seitliche, an Außenwänden angeordnete Treppenanlagen nach Möglichkeit zu vermeiden. Ansonsten musste die Seitenmauer stärker angelegt werden,¹³¹³ vorhandene Brüstungen vollständig zugesetzt werden und soweit möglich Anker eingebracht werden.¹³¹⁴

Bis in das 19. Jh. genügte es auch bei größeren „Treppenplätzen“¹³¹⁵, zwischen ausgesteiften Mauern eine durchschnittliche Mauerbreite mit eineinhalb Steinlängen anzusetzen, die je Geschoss um eine halbe Steinlänge¹³¹⁶ verstärkt wurde. Dabei wurde in Kauf genommen, dass die Mauerabsätze der Fassadenwände im Treppenhaus, wie bei dem Gutshaus in Tornow Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Wusterhausen (um 1803), durchaus sichtbar waren. Vorausgesetzt wurde eine Verankerung der Treppenhausmauern mit den anstoßenden Geschossdecken.¹³¹⁷ Anfang des 19. Jh. ging man dazu über, bei Gebäuden über zwei Geschossen die Treppenmauern mit den gleichen Mauerbreiten wie für die Außenwände anzunehmen und nur bei hochwertigeren Ziegeln und einem geordnetem Mauerverband geringere Breiten zu wählen.¹³¹⁸ Zunehmend wurden die als Außenwände errichteten Treppenhausmauern in der gleichen Wandbreite ausgeführt. Die Breite wurde durch die Außenwandbreite für das Erdgeschoss festgelegt. Innere Treppenhauswände wurden jeweils um eine halbe Steinlänge verstärkt.¹³¹⁹ Angestrebt wurde nun, die Mauerbreite weitgehend einheitlich über die gesamte Höhe beizubehalten.¹³²⁰ Mauerabsätze der bei Treppenhauswände, die bis zu Beginn des 19. Jh. noch als selbstverständlich angesehen wurden, suchte man dagegen ab der Mitte des 19. Jh. möglichst zu vermeiden.¹³²¹

INNENWÄNDE

Auch wenn die Innenwände bis in das 19. Jh. weder „Boden oder Dach“¹³²² tragen sollten und vorrangig als raumunterteilende Wände aufgefasst wurden, kamen ihnen als tragende Wände eine immer größere Bedeutung zu. Damit wurden die Innenwände den untergeordneten Bauteilen zugerechnet, die wie Treppen oder Säulen nicht gegründet sein mussten.¹³²³ Die Forderung, die Mittelwände in gleicher Weise wie die Außenwände zu gründen, erfolgte erst ab der Mitte des 18. Jh.¹³²⁴ Wenngleich die Mittelwände in der praktischen Ausführung zur Lastabtragung häufiger mit heran gezogen wurden, war damit nicht notwendigerweise auch eine Gründung der Innenwände verbunden.¹³²⁵ Als Folge traten immer wieder die Standssicherheit der Gebäude bedrohende Bauschäden auf.¹³²⁶ Einhergehend mit der wachsenden Akzeptanz, auch die Innenwände mit zur Lastabtragung heranzuziehen, wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. Feststellungen akzeptiert, wonach Lasten gleichermaßen über Außen- und Innenwände abgeleitet wurden.¹³²⁷ Vor allem der Mittelwand wurde für die Lastabtragung eine größere Bedeutung als der einzelnen Außenwand zugeschrieben.¹³²⁸ Diese Bedeutungsverlagerung ging zum Teil soweit, dass die Außenwand nun ihrerseits als

völlig unbelastet eingestuft wurde und die Gebäudestandsicherheit nur noch von der Stabilität der Mittelwand abhängig gemacht wurde.¹³²⁹

Die Erkenntnis, dass die Mittelwand die gleiche Last zu tragen hat, wie beide Außenwände zusammen, hatte sich in der Mitte des 19. Jh. weitgehend durchsetzen können.¹³³⁰ Als Konsequenz dieser statischen Überlegungen verringerten sich die Außenwandbreite, und die tragenden Innenwände wurden verstärkt.¹³³¹ Die größere Berücksichtigung statischer Aspekte führte in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zu einem neuen statisch-konstruktiven Verständnis. Um 1800 war man

„überzeugt [durch Verstärken der Mittelwand auf zwei Steinlängen und ein Verringern der Außenwandbreiten] [...], daß man [Gebäude] solide bauet“¹³³².

Hervorgerufen durch die während des 18. Jh. sich etablierende Ansicht, Lasten möglichst senkrecht in den Grund zu leiten, wurde diese Vorstellung auch auf die Innenwände übertragen. Bei Einhaltung dieser Grundsätze wurde darauf geachtet, sowohl die Innenwände als auch die Öffnungen soweit wie möglich übereinander anzuordnen. Da die Länge der Querwände in den oberen Geschossen wegen der Mauerabsätze zunahm, kollidierte die konstruktive Überlegung mit einer wandsymmetrischen Türausrichtung.¹³³³

Öffnungen

Während des 18. Jh. strebte man an, alle benachbarten Räume untereinander möglichst zu verbinden. Analog zum Schlossbau kam der Lage der Innentüren, insbesondere bei den Querwänden, eine hohe gestalterische Bedeutung zu. Die Türen wurden möglichst achsial als Enfilade ausgerichtet, so dass „Thür auf Thüre stossen“¹³³⁴ sollte. Einer solchen Verbindung aller einzelnen zur Hauptfassade ausgerichteten Räume kam dabei ein besonderer sozialer Stellenwert zu.¹³³⁵ Öffnungen, die nicht in die Türachsen eingebunden waren, suchte man bei repräsentativeren Gebäuden als Blindtüren (Tapetentüren) auszubilden. Vor allem die Querwandöffnungen wurden entweder auf die Wandmitte bezogen oder an die Außenwände gerückt. Um die nutzbare Raumfläche, besonders bei kleineren Räumen zu gewährleisten, wurde auf eine mittige Türausrichtung verzichtet. Ein wesentliches Merkmal für die Raumnutzung bestand darin, ein Bett aufstellen zu können.¹³³⁶

Die Innenwandöffnungen wurden bis in das 19. Jh. sehr häufig durch Blockzargen, ein „doppeltes Türgerüst“¹³³⁷, gebildet. In Abhängigkeit der Innenwandbreite wurden vier und fünf Zoll (ca. 10,4 und 13,0 cm) starke Hölzer als Rahmen eingesetzt, während die untere Schwelle mit einer Stärke von drei Zoll¹³³⁸ (ca. 7,8 cm) oder geringer angelegt wurde. Zur besseren Einbindung in das Mauerwerk war die Blockzarge mit vorstehenden, zugespitzten „Lappen“ oder „Ohren“¹³³⁹ versehen. Je nachdem ob die Blockzarge zusätzlich mit einem Futter bekleidet war, wurde sie mit der Mauer bündig oder bis zur Hälfte der Zargebreite vorstehend angelegt.¹³⁴⁰ Anstelle einer vollständigen Blockzarge wurde die Öffnung mit

4. MAUERN

einem hölzernen Sturz abgeschlossen und in die gemauerte Leibung im Abstand von zwei bis drei Fuß (ca. 62,8 und 94,2 cm) mit ungefähr drei und vier Zoll (ca. 7,8 und 10,4 cm) starken Holzstücken eingesetzt. An diesen Holzstücken wurde das Futter befestigt.¹³⁴¹ Aus Werkstein hergestellte Zargen¹³⁴² waren in der Mark nicht gebräuchlich. Die Stürze in den Innenwänden waren, wie die übrigen Maueröffnungen auch, mit einem oder mehreren Entlastungsbogen zu überwölben.¹³⁴³ Damit die Maueröffnungen leichter baulichen Veränderungen angepasst werden konnten, wurde um 1800 vorgeschlagen, die Entlastungsbogen aus mehreren eine halbe Steinlänge starken Kränzen anzulegen,¹³⁴⁴ die bei Bedarf leicht herausgenommen werden konnten.

Da die Innenwände, anders als die Außenwände, nicht der Witterung ausgesetzt waren, wurden sie aus allen verfügbaren Baumaterialien ausgeführt. Einen besonderen Stellenwert nahmen bis in das 19. Jh. Fachwerkwände¹³⁴⁵ und Bretterwände ein. Beispiele sind das Pfarrhaus in der Taubenstraße 3, Berlin-Mitte (1738-39) oder das Wohnhaus in der Großstraße 63, Treuenbrietzen, Landkreis Potsdam-Mittelmark. Für die aus Ziegeln oder Lehmsteinen ausgeführten Innenwände waren Sparkalkmörtel bis in die erste Hälfte des 19. Jh. trotz der offiziellen Verbote sehr beliebt.¹³⁴⁶ Auch die nicht als tragende Wände eingestuftes Querwände wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend als Ziegelmauerwerk und zunehmend seltener als Fachwerkwände ausgeführt. Hohl- oder Gusssteine, wie sie in Frankreich und England bereits in der ersten Hälfte des 19. Jh. für nicht tragende Wände genutzt wurden, waren weitgehend unbekannt.

Die Innenwände wurden sowohl mit Kalk- oder Gipsmörtel geputzt.¹³⁴⁷ Gleichfalls wurden Rohrmatten oder Lattenbekleidungen als Putzträger aufgenagelt. Bei einfacher ausgestatteten Gebäuden überwogen stärker lehmhaltige Mörtel.¹³⁴⁸ Unabhängig von der sozialen Stellung genossen Lehmmörtel in Küchen vorrangig in der Nähe der Feuerstellen bis in das 19. Jh. als dauerhafte Mörtel eine gewisse Wertschätzung. Solche Mörtel wurden anschließend mit Kalk geschlemmt.¹³⁴⁹

Die Innenwände, die auch als „innere Mauern“¹³⁵⁰, „Scheidewände“, „Scheidemauern“¹³⁵¹ oder „Scheidungen“¹³⁵² bezeichnet wurden, wurden in parallel zur Fassade verlaufenden Mittelwände¹³⁵³ und die querangeordneten Wände unterteilt.¹³⁵⁴

Mittelwände

Um Mittelwände anzulegen, mussten die Gebäudegrundrisse schon über eine entsprechende Größe verfügen, die eine Unterteilung rechtfertigte.¹³⁵⁵ Bei den in der Mark während des 18. Jh. dominierenden rechteckigen Grundrisskonzeptionen war die Mittelwand ein wesentlicher Bestandteil.¹³⁵⁶ Dabei wurden den Mittelwänden eine wachsende Bedeutung als tragende Wand zu Lastabtragung beigemessen. Dieser Bedeutungszuwachs fand beispielsweise seinen Ausdruck in einer für die kurmärkischen Residenzstädte erlassenen Verordnung vom 25. November 1769 und einer inhaltlich gleichen Resolution vom 8. März 1770,¹³⁵⁷ wonach, abhängig von der Geschosshöhe, die untere Mittelwand zweigeschossiger Gebäude wenigstens zehn Zoll (ca. 26,0 cm) und die drei- bis viergeschossigen Gebäude wenigstens eineinhalb Steinlängen breit anzulegen waren.

Gefordert wurde, die Mittelwände in der Regel massiv und nur noch in Ausnahmen als Fachwerkwand auszuführen.¹³⁵⁸ Wenngleich die Mittelwände in der zweiten Hälfte des 18. Jh. verstärkt mit als tragende Wände eingesetzt wurden, so blieb die Auffassung vorherrschend, wonach nur die Außenwände zur Lastabtragung beitragen würden.¹³⁵⁹ Im Vergleich der Außen- und Mittelwände entsprach im letzten Drittel des 18. Jh. die den Mittelwänden zugeordnete Belastung im Höchstfall drei Viertel von dem, was für die Außenwände angenommen wurde.¹³⁶⁰ Gleichzeitig wurden vielfach auftretende statische Bauschäden auf eine unzureichende Unterstützung der Deckenbalken in Feldmitte zurückgeführt. Damit die Deckenbalken im „schwächsten Punkt“¹³⁶¹ gestützt wurden, kam sowohl der Gründung als auch der Bemessung der als Fachwerk oder massiv ausgeführten Mittelwände eine größere Bedeutung zu.¹³⁶² Ebenso waren Lastkonzentrationen auf den Decken, wie sie sich durch massige Schornsteinanlagen und Vorgelege in der Gebäudemitte ergaben, zu verhindern.¹³⁶³

Mit der konstruktiven und statischen Aufwertung der Mittelwände¹³⁶⁴ gelang es die einwirkenden Lasten über Mauerlatten unter den Decken- und Dachbalken gleichmäßiger zu verteilen.¹³⁶⁵ Die statisch-konstruktive Bedeutung führte in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. dazu, die Mittelwand als „Tragmauer“¹³⁶⁶ zu definieren, wobei darunter sowohl mittige Stützenreihen in Ökonomiegebäuden (Scheunen oder Speichern) als auch Wandscheiben verstanden wurden.¹³⁶⁷ Um die Tragfähigkeit der Mittelwände sicherzustellen und dennoch Schornsteinröhren und Türöffnungen in den Mittelwänden anlegen zu können,¹³⁶⁸ wurden Ende des 18. Jh. Mindeststärken (zwischen 2¹³⁶⁹ und 2 ½¹³⁷⁰ Steinlängen) nahegelegt. Die größeren stabileren Mauerbreiten wurden zusätzlich als willkommene Gelegenheit beurteilt, Schornsteinröhren unauffällig in die Mittelwand einzubinden.¹³⁷¹ Vereinzelt wurde in diesem Zusammenhang angeführt, die Mittelwände dann als Hohlmauerwerke auszuführen.¹³⁷² In der Mark blieben als Hohlmauerwerke ausgeführte Mittelwände jedoch bedeutungslos.¹³⁷³ Die hölzernen Stützenreihen in Wirtschaftsgebäuden wurden zunehmend als Pfeiler-Bogen-

Konstruktionen bzw. als eine in Stützen aufgelöste Wandkonstruktion für Last tragenden Mittelwände empfohlen.¹³⁷⁴ Die in Stützen, sogenannte „Lastpunkte“¹³⁷⁵, unterteilte Mittelwand wurde Ende des 18. Jh. mit einer Regelbreite von eineinhalb Steinlängen¹³⁷⁶ angegeben und war für jedes darunter folgende Geschoss um eine halbe Steinlänge¹³⁷⁷ zu verstärken.

Losgelöst von allen statisch-konstruktiv gewonnenen Erkenntnissen oder weiteren Einflussgrößen wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. die Wandstärke der Mittelwände mit zwei Dritteln der jeweiligen Außenwandbreite¹³⁷⁸ oder unbestimmt geringer¹³⁷⁹ angesetzt. Entsprechend den meisten vorgefundenen Mittelwänden zweigeschossiger Bauwerke wurden diese in der Mark bis in das 19. Jh. hinein in der Regel mit einer Steinlänge bzw. zehn Zoll¹³⁸⁰ (ca. 26,0 cm) breit angelegt. Beschreibungen, wonach Innen- und Außenwände in der Mark nach „Landesart“¹³⁸¹ um 1800 zwei Steinlängen breit angelegt worden sein sollen, ließen sich nicht bestätigen, so dass diese Angabe eher als eine angestrebte Wunschvorstellung zu werten ist.

Anfang des 19. Jh. bildete sich eine Mauerbreite der Mittelwände als Regelbreite von eineinhalb Steinlängen des mittleren Ziegelformats als eine Art Richtwert heraus, der ergänzt durch Übersichtstabellen nach Steinqualität, Verband und Steingröße abgeändert werden konnte.¹³⁸² Diese Regelbreite (1 ½ Steinlängen) wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. zum baupolizeilich geforderten Mindestmaß für Fassaden- und Mittelwände.¹³⁸³ Die tatsächliche Festlegung der Mauerbreite wurde nun verstärkt von Länge, Höhe und Art der Aussteifung abhängig gemacht.¹³⁸⁴ Durchschnittliche Breiten betrugen in der Mitte des 19. Jh. zwischen eineinhalb und zwei Steinlängen.¹³⁸⁵ Im Gegensatz zu den Außenwänden wurde ein Abtreppen der Innenwände, wenn überhaupt nur alle zwei Geschosse¹³⁸⁶ oder in Verbindung beispielsweise von Gewölbeauflagern für sinnvoll erachtet.¹³⁸⁷

Bei größeren baulichen Anlagen, wie Kasernen, Armenhäusern oder Landsitzen¹³⁸⁸ waren Mittelgangerschließungen üblich. Die Mittelgänge wurden durch zwei parallel verlaufende Mittelwände begrenzt, die als „Gang-“¹³⁸⁹, „Corridormauer“¹³⁹⁰ oder „Corridorwand“¹³⁹¹ bezeichnet wurden. Die Haustiefe der mit einem Mittelgang angelegten Gebäude betrug meist über sechsunddreißig Fuß¹³⁹² (ca. 11,30 m). Wie bei den Schlossbauten Schloss Roskow (1723-27), Landkreis Brandenburg Beetzsee oder den Commus Neues Palais in Potsdam-Sanssouci (1766/69), waren beide Mittelmauern mit gleichen Mauerstärken angelegt. Häufiger waren jedoch unterschiedlich ausgeführte Mittelwände, die sich auch in den Mauerbreiten unterschieden. Beispielsweise wurden die vorderen Mittelwände der zweigeschossigen Häuser Lindenstraße 40-41 in Potsdam (1765) und Rudolf-Breitscheidstraße 10 in Neuruppin (um 1790) als Ziegelmauern errichtet, während die rückwärtige Mittelwand aus Fachwerk errichtet wurden. Bei dem Mittelganghaus der Potsdamer Schauspielerkaserne in der Posthofstraße 17 (1796) wurden beide Mittelwände zwar als Ziegelmauern errichtet, wenngleich die vordere (straßenseitige) Wand breiter als die hintere angelegt war. An der

unterschiedlichen Wandausbildung wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. weiter festgehalten (Abb. 123). Sofern die Deckenlasten über beide Mittelwände abgeleitet werden sollten, wurde Ende des 18. Jh. nahegelegt, die Wandstärken beider Wände in Abhängigkeit von Höhe und Gebäudetiefe im Vergleich zu einer einzelnen Mittelwand zu reduzieren.¹³⁹³ Unabhängig aller konstruktiven Überlegungen wurden die als Korridore angelegten Mittelwände bis in das 19. Jh. mit einer Steinlänge als Regelbreite angenommen,¹³⁹⁴ die bei mehrgeschossigen Bauten, beispielsweise einem viergeschossigen Bauwerk, dann einheitlich auf eineinhalb Steinlängen festzulegen waren.¹³⁹⁵

Querwände

Querwände verliefen in der Regel parallel zu den Seiten- oder Giebelwänden bzw. waren orthogonal zur Fassade ausgerichtet.¹³⁹⁶ Bezeichnet wurden die „Querwände“¹³⁹⁷ auch als „Quer-“¹³⁹⁸ oder „Teilungsmauern“¹³⁹⁹. Im Unterschied zu den Mittelwänden hatten sie grundsätzlich keine tragende Funktion, sondern wurden fast ausschließlich als raumunterteilende Wände eingestuft.¹⁴⁰⁰ Ihre statische Bedeutung wuchs Ende des 18. Jh., in dem sie zunehmend mit zur Gebäudeaussteifung herangezogen wurden.¹⁴⁰¹ Querwände wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. gezielt sowohl zur Wandaussteifung als auch als Widerlager bei Seitenschub stärker angelegt.¹⁴⁰²

Die Querwände wurden im Idealfall mittig auf den jeweiligen Fensterpfeiler ausgerichtet.¹⁴⁰³ Letztlich richtete sich der Standort der Querwände jedoch nach den Bedürfnissen und Erfordernissen der Nutzer. Dabei kam es vor, dass die Querwände in den einzelnen Geschossen nicht übereinander geführt wurden. Solche „schwebenden Mauern“¹⁴⁰⁴ wurden in der Regel als ein Fachwerkhängewerk, als „gesprengte Holzwand“¹⁴⁰⁵ ausgebildet.¹⁴⁰⁶ Von einer Hängewerkkonstruktion wurde abgesehen, wenn die Wand auf einen Unterzug oder Bogen gestellt werden konnte. Obwohl die Querwände konstruktiv und statisch stärkere Berücksichtigung fanden, blieben die statisch-konstruktiven Aspekte bei nachfolgenden Umbaumaßnahmen sehr häufig unberücksichtigt.

Hergestellt wurden die raumunterteilenden Querwände während des 18. und frühen 19. Jh. sowohl als Fachwerk- oder Bretterwände aber auch als Ziegelmauerwerke. Die leichtere Demontage der als Fachwerkwände errichteten Querwände wurde um 1800 insbesondere für Mietsbauten so sehr geschätzt, dass auch die Bauverwaltung die höheren Brandlasten in Kauf nahm.¹⁴⁰⁷ Analog zu den Mittelwänden wurden auch die Querwände in der ersten Hälfte des 19. Jh. verstärkt als Ziegelmauerwerke mit durchschnittlichen Wandbreiten um eine Steinlänge angelegt.¹⁴⁰⁸ Ebenso stieg die Bedeutung der Querwände nicht nur als aussteifende, sondern im Einzelfall auch als tragende Wand, die mit zur Unterstützung der Deckenbalken herangezogen wurde.¹⁴⁰⁹ Entsprechend erfolgte die Festlegung der Wandstärken

abhängig von Höhe und Länge.¹⁴¹⁰ Zeitgleich behielt die veraltete Bemessungsf Faustregel der Querwandbreite mit einem Drittel der Außenwandbreite weiterhin ihre Gültigkeit.¹⁴¹¹

4.2.5. BRAND- UND VORGELEGEMAUERN

Alle unmittelbar im Zusammenhang mit einer Feuerstelle stehenden Mauern wurden bis in das 19. Jh. als „Brand- oder Vorgelegemauern“¹⁴¹² bezeichnet.¹⁴¹³ Dazu zählten „Kamine, Vorgelege, Einheizen, Einheizwinkel [Vorräume zur Befeuerung von Öfen], Schlöthe, Schornsteine [Entrauchungsröhren], Essen, Feueressen [Rauchfänge über Feuerstellen]“¹⁴¹⁴ usw. Begriffliche Abgrenzungen waren diffus und uneinheitlich.

Im Unterschied zu der begrifflichen Vieldeutigkeit der Brand- und Vorgelegemauern wurden die Feuerstellen genauer danach unterteilt, ob sie vorrangig zur Wärmeerzeugung oder zur Lebensmittelzubereitung genutzt wurden.¹⁴¹⁵ Für zusätzliche Verwirrung sorgte die im norddeutschen übliche Bezeichnung „Schornstein“, während im süddeutschen Sprachgebrauch eine Entrauchungsröhre als „Kamin“¹⁴¹⁶ bezeichnet wurde. Anstelle des Terminus Schornstein im Sinne einer Entrauchungsröhre wurden auch die Bezeichnungen Röhrenmauer, Rauch-, Schlot-, Schornstein- oder Kaminröhre verwandt.¹⁴¹⁷ Darüber hinaus wurden die Schornsteinröhren den gemauerten Zugröhren zugeordnet, die auch als Entlüftungsröhren für WC-Anlagen oder als Belüftungsröhren für Scheunen, Ställe und Keller vorgesehen sein konnten.¹⁴¹⁸ Der Schornstein beinhaltete bis in das 19. Jh. einerseits den gefahrlosen Rauchabzug von Herd- oder Feuerstelle durch das Gebäude über das Dach ins Freie¹⁴¹⁹ und andererseits die Abgrenzung des Feuers gegenüber den übrigen Gebäudeteilen, wodurch der Schornstein inhaltlich mit den Brand- oder Feuermauern gleichgesetzt wurde.¹⁴²⁰

Schornsteine waren Ende des 17. Anfang des 18. Jh. kein zwingender Bestandteil der Gebäudeausstattung, auch wenn deren Einrichtung schon wegen des Brandschutzes begrüßt wurde¹⁴²¹ und staatliche Bauverwaltungen ihn forderten. Erst im Verlauf des 18. Jh. wurde der Schornstein zu einem häufiger ausgeführten Gebäudebestandteil (vgl. S. 26 ff.).

Allerdings war ein funktionsfähiger Rauchabzug während des 18. Jh. und frühen 19. Jh. keineswegs selbstverständlich.¹⁴²² Besonders gefährdet war der Betrieb der Schornsteine, wenn diese kalt waren oder Wetterveränderungen eintraten. Auf der Suche nach Beispielen funktionsfähiger Schornsteinanlagen zerschlug sich die Hoffnung in antiken Bauwerke fundig zu werden, da entsprechende Vorrichtungen nicht gefunden wurden.¹⁴²³ Man glaubte einerseits durch weite Schornsteine den Rauchabzug zu gewährleisten,¹⁴²⁴ andererseits sah man im „Verziehen“ oder „Verschleifen“¹⁴²⁵, einer schräg geführte Schornsteinröhre, ein geeignetes Mittel den Rauchabzug zu verbessern.¹⁴²⁶ Als besonders günstige Schleifwinkel wurden 60°¹⁴²⁷ bzw. 30°¹⁴²⁸ angesehen. Da keine Angaben gemacht wurden, wie der Winkel jeweils angetragen werden sollte, beschreiben die Gradangaben mit großer Wahr-
schein-

lichkeit ein und den selben Winkel. Verbunden war das Schleifen mit der Vorstellung, aufsteigender Rauch würde so nicht zurückfallen können.¹⁴²⁹ Dabei wurde der Rauch als ein diffus flüssiger Stoff interpretiert.¹⁴³⁰ Erst Ende des 18. Jh. wurden die Eigenschaften des Rauchs als gasförmiger Stoff entdeckt, der erwärmt, genau wie warme Luft, das Bestreben hatte aufzusteigen.¹⁴³¹ Das Verziehen der Schornsteine um den Rauchabzug zu verbessern verlor Ende des 18. Jh. mit der Einstufung des Rauches als gasförmiger Stoff an Bedeutung. Statt dessen wurde es zunehmend wichtiger, dass sich der Schornstein schnell erwärmte und einen möglichst kurzen Verlauf hatte.¹⁴³² Gezielt angelegte Versuche Ende des 18. Jh. belegten, dass leicht angeschrägte und senkrechte Schornsteine keine unterschiedliche Rauchführung aufwiesen.¹⁴³³ Vielmehr ließ sich mit zunehmender Schräge ein verschlechterter Rauchabzug nachweisen,¹⁴³⁴ so dass verzogene Schornsteine als Mittel eines verbesserten Rauchabzugs Ende des 18. Jh. als „irrigte Annahme“¹⁴³⁵ abgelehnt wurden.¹⁴³⁶ Schornsteine wurden in der Mark während der zweiten Hälfte des 18. Jh. in der Regel nur noch aus gestalterischen Gründen und für eine witterungsgeschützte Führung innerhalb des Daches verzogen. Ansonsten wurden die Schornsteine weitgehend senkrecht erstellt.¹⁴³⁷

Das Weiten und Verengen der Schornsteinquerschnitte war eine weitere Möglichkeit um vermeintlich den Rauchabzug zu verbessern. Ende des 17. sowie während des gesamten 18. Jh. überwog die Vorstellung, den Querschnitt nach oben hin zu vergrößern.¹⁴³⁸ Auch hier lag die Vorstellung zu Grunde den Rauch in seinen Eigenschaften mit fließendem Wasser gleichzusetzen.¹⁴³⁹ Diese Vorstellung fand ihren Ausdruck in einer häufig angeführten Faustregel, wonach die Rauchröhre zu jeder Seite um ein Zoll (ca. 2,6 cm) auf zehn Fuß¹⁴⁴⁰ (ca. 314,0 cm) Höhe geweitet wurde. Der dabei angenommene Ausgangsquerschnitt betrug fünfzehn Zoll¹⁴⁴¹ (ca. 39,0 cm) Seitenlänge bei einem quadratischen Grundriss. Die erforderlich angesehene Weitung wurde auch auf die einzelnen Geschosse bezogen, die dann zwischen ein und zwei Zoll¹⁴⁴² (ca. 2,6 bis 5,2 cm) angegeben wurden, wobei keine Absätze entstehen sollten. Die noch in der ersten Hälfte des 19. Jh. als sehr vorteilhaft eingestufte Weitung¹⁴⁴³ wurde jedoch bei einer Höhe von zwanzig Fuß (ca. 628,0 cm) mit einer zusätzlichen Weite um ein Zoll¹⁴⁴⁴ (ca. 2,6 cm) reduziert angegeben. In der Mark wurde um 1800 als Richtwert eine Höhe von dreißig Fuß¹⁴⁴⁵ (ca. 942,0 cm) angegeben, um die Standsicherheit durch den überkragenden Schornstein nicht zu gefährden. Das Umkehrung der Schornsteinweite wurde jedoch genauso richtig dargestellt. Als Begründung diente die Annahme, dass der Druck unten größer als oben sei. Zur Beweisführung der Richtigkeit wurden diverse Versuchsergebnisse herangezogen.¹⁴⁴⁶ Der obere Querschnitt bestimmte sich mit 14 Quadratzoll als Mindestmaß, damit der Schornsteinfeger gerade noch durchsteigen konnte, während der untere Querschnitt mit 18 $\frac{2}{3}$ Quadratzoll angegeben wurde.¹⁴⁴⁷ Weitere Maßangaben waren eine obere Weite mit sechszehn bis siebzehn Zoll (ca. 41,6 bis 44,2 cm) und eine untere mit vierundzwanzig Zoll¹⁴⁴⁸ (ca. 62,4 cm).

Neben der Auffassung durch nach oben oder nach unten sich weitende Schornsteine den Rauchabzug zu verbessern, existierten eine ganze Reihe weiterer und teils sehr widersprüchlicher Theorien, Regeln und Begründungen.¹⁴⁴⁹ In Erwägung gezogen wurden unter anderem mittig eingeschnürte oder geweitete Schornsteinröhren,¹⁴⁵⁰ die in der Regel jedoch ihre praktische Funktionsfähigkeit schuldig blieben.¹⁴⁵¹ Zusätzliche Erfindungen, den Rauchabzug zu begünstigten, waren im letzten Drittel des 18. Jh. beispielsweise Ventilatoren.¹⁴⁵² Die Ventilatoren waren allerdings sehr störanfällig.¹⁴⁵³ Eine weitere Möglichkeit insbesondere Küchenfeuer zu entrauchen, wurde in zusätzlichen Belüftungsöffnungen in den Küchen gesehen.¹⁴⁵⁴

Entgegen der während der zweiten Hälfte des 18. Jh. dominierenden Vorstellung der sich oben weitenden Schornsteine, waren in Berlin beispielsweise um 1800 Schornsteine mit gleichbleibenden Querschnitten üblich.¹⁴⁵⁵ Durchschnittliche Seitenlängen mehr oder weniger quadratisch ausgebildeter Schornsteinröhren wurden in den 70er Jahren des 18. Jh. zwischen ein Fuß (ca. 31,4 cm) und für Küchenschornsteine mit zwei Fuß¹⁴⁵⁶ (ca. 62,8 cm) angegeben. Um 1800 wurden durchschnittliche Schornsteinweiten zwischen fünfzehn (ca. 39,0 cm)¹⁴⁵⁷ bzw. achtzehn¹⁴⁵⁸ bis einundzwanzig Zoll¹⁴⁵⁹ (ca. 46,8 bis 54,6 cm) angegeben,¹⁴⁶⁰ über die zwei bis vier Öfen bzw. Feuerstellen entraucht werden konnten. Im Unterschied zu den reinen Heizschornsteinen wurden die Küchenschornsteine mit lichten Weiten der Seitenlängen um die zwanzig und einundzwanzig Zoll¹⁴⁶¹ (ca. 52,0 und 54,6 cm) angegeben. Gebräuchlich waren neben den quadratischen auch rechteckige Grundrisse, deren Längen um zweieinhalb Fuß¹⁴⁶² (ca. 78,5 cm) betrugen. Vor allem während der zweiten Hälfte des 18. Jh. setzte sich zunehmend die Erkenntnis durch, dass sich mit engeren Schornsteinquerschnitten sich sowohl der Rauchabzug verbessern als auch das Brennmaterial reduzieren ließ.¹⁴⁶³ Einer weitgehenden Querschnittsreduzierung stand die notwendige Reinigung der Schornsteine gegenüber, wozu Menschen während des 18. Jh. durch den Schornstein steigen mussten.¹⁴⁶⁴ Die physische Größe der Schornsteinfeger und nicht die Anzahl der Feuerstellen war daher für die Querschnittsgröße entscheidend.¹⁴⁶⁵ Um das Besteigen des Schornsteins sicher zu stellen, sollte Anfang des 19. Jh. eine Mindestbreite von achtzehn Zoll¹⁴⁶⁶ (ca. 46,8 cm) nicht unterschritten werden. Die Querschnitte wurden jedoch zum Teil auf fünfzehn bis achtzehn Zoll (ca. 39,0 bis 46,8 cm) reduziert, so dass sie nur noch von fünf bis vierzehnjährigen Kindern gereinigt werden konnten.¹⁴⁶⁷ Schwere gesundheitliche Folgeschäden der Kinder waren die unmittelbare Folge.¹⁴⁶⁸

Die Reduzierung des Brennmaterials wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zur wichtigsten Eigenschaft der Schornsteine.¹⁴⁶⁹ Daraus ergab sich die Forderung, nur starke Feuer mit großen Schornsteinquerschnitten und solche von sogenannten „Holzsparöfen“¹⁴⁷⁰ mit kleineren Querschnitten zu versehen. Es wurden Überlegungen angestellt, die zu beheizende Flä-

4. MAUERN



Abb.152 Groß-Rietz, Schloss Groß-Rietz (1693/1700), Landkreis Oder-Spree, Amt Glienicke/ Rietz-Neuendorf. Um die Schornsteine auf die Fassadensymmetrie auszurichten wurden die Schornsteine im Dach verzogen. Die durch den First stoßenden Schornsteine waren Bestandteil der Fassadengestaltung.



Abb.153 Blumenthal, Gutshaus Horst (1752), Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Heiligengrabe-Blumenthal. Die verzogenen Schornsteine wurde hier auf einem Holzgestell gelagert. Die hölzernen Unterstützungswerke führten häufig zu Rissen in den Schornsteinen, wodurch sich die Brandgefahr erhöhte.

che in Bezug zur Schornsteingröße zu setzen und daraus den erforderlichen Querschnitt zu ermitteln.¹⁴⁷¹

Jedoch erst zu Beginn des 19. Jh. verbreitete sich die Erkenntnis, dass eine enge Röhre sich schneller erwärmte und der atmosphärischen Luftdruck weniger stark auf den Rauchzug wirkte.¹⁴⁷² Vorbildfunktion für die engen Schornsteinröhren hatten osteuropäische Schornsteinkonstruktionen, wie sie beispielsweise Anfang des 19. Jh. (mit Querschnitten von 12 bis 14 Zoll¹⁴⁷³ (ca. 31,2 bis 36,4 cm) in Warschau gebräuchlich waren. Zur Reinigung wurden mit Eisenkugeln beschwerte Besen eingesetzt.¹⁴⁷⁴ Eine erste gezielte Übertragung schmaler Schornsteine erfolgte um 1800 für ein Zuchthaus in Danzig. Aus eineinhalb Zoll starken Tonplatten wurden Röhren zusammengestellt, die einen Innendurchmesser von sechs Zoll¹⁴⁷⁵ (ca. 15,6 cm) aufwiesen. Angeregt durch russische Schornsteinkonstruktionen, die mit schmalen senkrechten Entrauchungsröhren wesentlich besser zogen, seltener zu reinigen waren und weniger Brennmaterial erforderten,¹⁴⁷⁶ suchte Carl Herrlich in Verbindung mit einem russischen Stubenofen schmale Schornsteinröhren in seinem Berliner Wohnhaus in der Poststraße 13 gegen den massiven Widerstand der örtlichen Schornsteinfeger durchzusetzen.¹⁴⁷⁷ 1819 konnte er Schornsteine mit Durchmessern zwischen sechs und zwölf Zoll¹⁴⁷⁸ (ca. 15,6 und 31,2 cm) errichten lassen. Unterstützt durch einen von ihm 1821 veröffentlichten Bericht über die sogenannten „russischen Röhren“¹⁴⁷⁹ hatte er erreicht, dass eine offizielle Erlaubnis schmaler Schornsteinröhren mit der „Cabinets-Ordre“ vom 4. Oktober 1821,¹⁴⁸⁰ sowie mit einer für Preußen gültigen Verfügung der Ministerien für Handel und des Innern vom 14. Januar 1822 erteilt wurde. Zugelassen waren kreisrunde, quadratische und rechteckige Schornsteinröhren, deren Mindestdurchmesser bzw. deren kleinste Seite sechs Zoll (ca. 15,6 cm) betragen musste. Die Größen der Schornsteinquerschnitte wurden wie zuvor auch in Abhängigkeit zur Ofenanzahl gestellt.¹⁴⁸¹ Größere Schornsteinquerschnitte für Brauereien u.a. Wirtschaftsbetrieben wurden durch Beamte im Einzelfall festgelegt.¹⁴⁸² Die Reinigung wurde analog den osteuropäischen Vorbildern sichergestellt, indem Besen an Seilen oder Drähten befestigt wurden oder mit Metallkugeln beschwert wurden.¹⁴⁸³

Neben den heiztechnischen Vorteilen ließen sich die schmalen Schornsteinröhren einfacher in Mauerquerschnitte ohne oder nur mit einer geringen Vormauerung sowohl in Innen- als auch in Außenwände integrieren.¹⁴⁸⁴ Die Mauerbreite solcher Wände betrug zwischen einviertel bis eineinhalb Steinlängen.¹⁴⁸⁵ Die schmalen Schornsteinröhren wurden weitgehend senkrecht mit konstantem Durchmesser ausgeführt.¹⁴⁸⁶ Nach 1822 wurde nach sogenannten „alten Weiten“¹⁴⁸⁷ mit fünfzehn Zoll Seitenlänge aber auch nach der neuen mit Weiten (zwischen 5 bis 12 Zoll¹⁴⁸⁸ (ca. 13,0 bis 31,2 cm) Durchmesser bzw. Seitenlänge) gebaut. Ebenso behielten vorerst die alten inneren Schornsteinbreiten großer Feuerungen mit achtzehn und zwanzig Zoll¹⁴⁸⁹ (ca. 39,0 sowie 46,8 und 52,0 cm) ihre Berechtigung. Gleichzeitig wurden größere Feuerstellen wie beispielsweise Brauereischornsteinen, verdeckten Küchen-

feuern, Braukesseln, Branntweinblasen und Luftheizkammern mit den neueren inneren Schornsteinbreiten auf quadratischem Grundriss mit von zwölf Zoll Seitenlängen angegeben.¹⁴⁹⁰ Während beispielsweise im hessischen Darmstadt für das neue Kanzleigebäude 1825-26 Schornsteinröhren mit einem Durchmesser von acht Zoll vorgesehen wurden,¹⁴⁹¹ blieben vor allem in den süddeutschen Ländern während der ersten Hälfte des 19. Jh. die alten Vorschriften mit Mindestbreiten von achtzehn Zoll¹⁴⁹² (ca. 46,8 cm) weiterhin gültig. Die Akzeptanz geringerer Schornsteinquerschnitte erstreckte sich über die gesamte erste Hälfte des 19. Jh. und wurde zum Teil in einer schrittweisen Reduzierung vorgenommen.¹⁴⁹³

Infolge von Erfahrungen setzte sich in der Mitte des 19. Jh. eine quadratische Schornsteingrundfläche mit 34 Quadratzoll (Breite ca. 5,8 Zoll ca. 15,08 cm) durch, mit der vier Öfen ausreichend entraucht werden konnten.¹⁴⁹⁴ Für Küchenschornsteine wurde wegen der erhöhten Feuchtigkeit eine Grundrissfläche von 36 Quadratzoll (Breite ca. 6 Zoll ca. 15,6 cm) veranschlagt.¹⁴⁹⁵ Beide Querschnitte ließen sich einfach mit den Maßen der Ziegelsteinformate umsetzen.¹⁴⁹⁶

Um die Schornsteingrundfläche nicht größer werden zu lassen als sie ohnehin schon war, wurden die Entrauchungsröhren der einzelnen Feuerstellen zusammengeführt. Das Zusammenführen wurde als „Schleifen“¹⁴⁹⁷ beschrieben. Ausgehend von einer gedachten Rauchröhre, in die alle Feuerstellen ihren Rauch einleiteten, zeigte sich im 17. Jh., dass der Rauch nicht zwangsläufig den Weg aus dem Schornstein über das Dach nahm, sondern bei einer anderen Feuerstelle wieder aus dem Schornstein austrat. Bis Anfang des 19. Jh. war es ein weitgehend ungelöstes Problem, eine Entrauchung aller Feuerstellen sicherzustellen, ohne für jede Feuerstelle eine eigene Röhre anlegen zu müssen. Besonders gefährdet für einen solchen unkontrollierten Rauchaustritt waren übereinander angeordnete Einmündungen verschiedener Feuerstellen.¹⁴⁹⁸ Um den unkontrollierten Rauchaustritt bzw. einen Rauchstau zu verhindern, wurden während des 18. Jh. kurze Abtrennungen vor den einmündenden Nebenröhren vorgesehen,¹⁴⁹⁹ die beispielsweise als „Eiserne Schleudern“¹⁵⁰⁰ bezeichnet wurden. Ein weitgehend befolgter Lösungsansatz war es, die Raucheinmündung in den Schornstein mit einer Schließklappe zu versehen, die solange geschlossen gehalten wurde, wie die Feuerstelle ungenutzt blieb.¹⁵⁰¹ Vor allem in der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde die Unterteilung der Schornsteine durch sogenannte „Zungen“¹⁵⁰² häufiger angeführt. Deren Einführung bezog sich einerseits auf die abschnittsweise Abtrennung der Röhre, sofern mehrere Feuerstellen beispielsweise im gleichen Geschoss einmündeten.¹⁵⁰³ Zungen wurden ebenfalls in den verzogenen Abschnitten der Schornsteine als besonders vorteilhaft für den Rauchabzug eingestuft.¹⁵⁰⁴ Erst während des zweiten Drittels des 18. Jh. wurde eine Röhrenunterteilung für einzelne oder wenige Feuerstellen als günstig bewertet,¹⁵⁰⁵ deren praktische Umsetzung wegen des größeren Platzbedarfs und der zusätzlichen Kosten allerdings nicht die Regel war.¹⁵⁰⁶ Ende des 18. Jh. wurde stärker nach „Küchen- und Stubenfeuer“¹⁵⁰⁷ differenziert, was jedoch

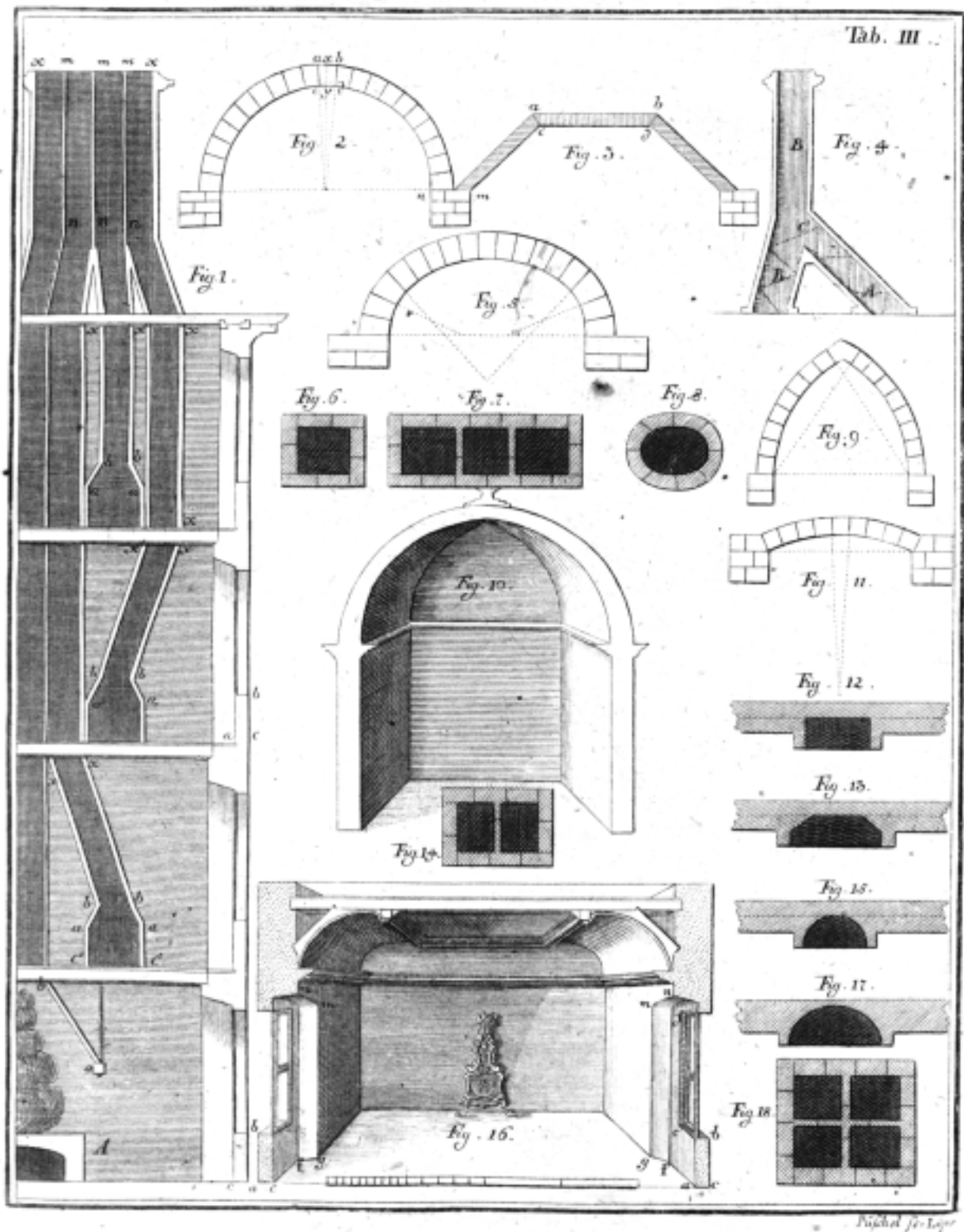


Abb.154 Suckow 1781. Tafel III. in der Figur 1 wurden Schornsteine und Feuerstellen je nach Erfordernis auf den Holzbalkendecken angelegt. Regional blieb die Lastableitung der Schornsteine unberücksichtigt.

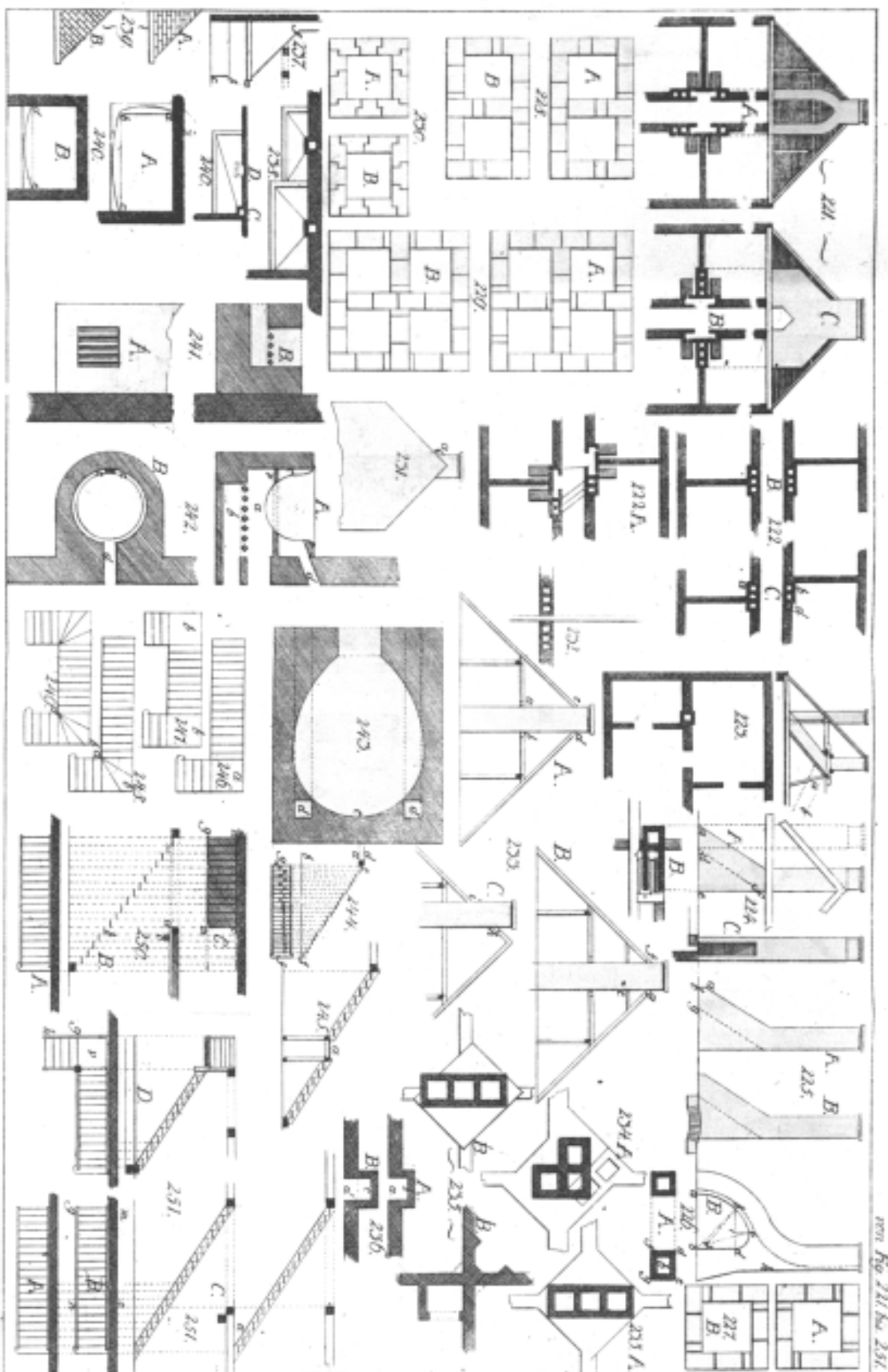


Abb.155 Gilly, D. Handbuch 1805 Bd. 1. Tafel Fig. 221-251. In Figur 221 stützen sich zwei in Form eines Spitzbogens zusammengeführte Schornsteine. (siehe Abbildung 24) in Figur 224 wird ein verzogener Schornstein auf zwei Vormauerungen aufgelagert. Die Vormauerungen sind auf massiven Wände gegründet. Alternativ werden in Figur 225 die Vormauerungen auf eine Massivwölbung zwischen zwei Holzbalken gestellt. In Figur 226 wird der Schornstein auf einen hohlen Mauerpfeiler geführt, der die Lastableitung sicher stellt.

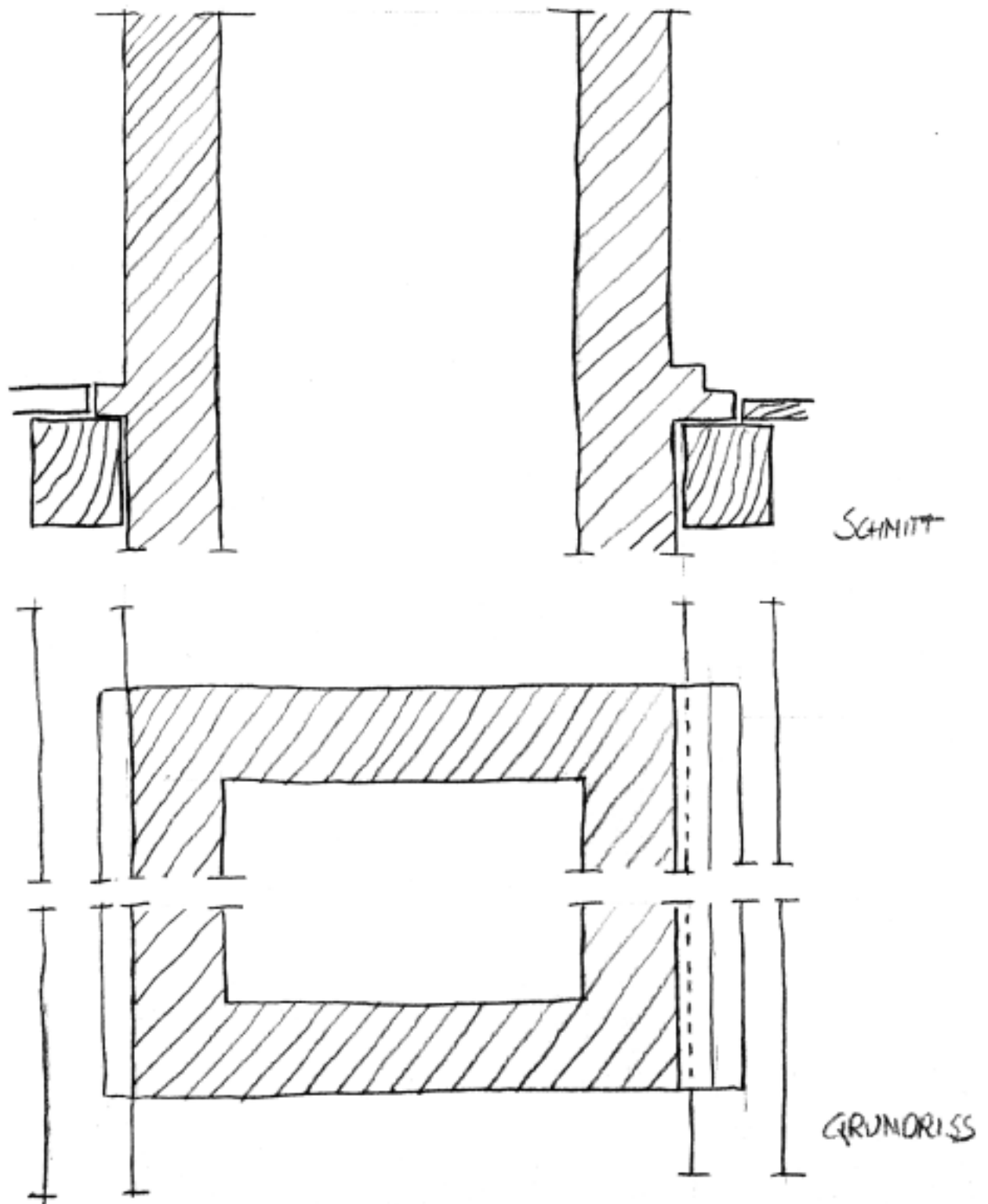


Abb.156 Skizze, Grundriss und Schnitt. Durch überkragende Steinschichten wurden Lasten auf die Deckenbalken übertragen

4. MAUERN



Abb.157 Tornow, Gutshaus Tornow (1803), Landkreis Ostprignitz Ruppin, Amt Wusterhausen. Schornsteine der beiden Mittelwände werden im Dachgeschoß zu einem Spitzbogen unterhalb des Firstes zusammengeführt. Auf hölzerne, feuergefährdete Unterstützungen kann verzichtet werden.



Abb.158 Tornow, Gutshaus Tornow (1803), Landkreis Ostprignitz Ruppin, Amt Wusterhausen. Gewölbeverstärkung im Kellergeschoss unterhalb der Vorlege im Erdgeschoss

nur bei größeren Gebäuden auch zu getrennten Rauchröhren führte. Ende des 18. Jh. und Anfang des 19. Jh. überwogen mehr oder minder gleich weite durchgängige „Schlotröhren“, die zur Entrauchung mehrerer Feuerstellen dienten. Die einzelnen Einmündungen der Feuerstellen waren mit sogenannten „Schlotkappen“¹⁵⁰⁸ versehen, die einen Raucheintritt verhindern sollten.¹⁵⁰⁹ Im Dachraum waren Reinigungsöffnungen vorgesehen, die mit Eisentüren verschlossen wurden.¹⁵¹⁰

Grundlegend vereinfacht wurde die sichere Entrauchung mit den geringeren Röhrenquerschnitten ab 1822. Die Zuordnung einzelner Schornsteinröhren für Feuerstellen mit offenem Feuer, beispielsweise von Herd-, Kessel-, Brauerei- und Brandweilfeuerungen setzte sich endgültig durch.¹⁵¹¹ Ebenso wurden Röhren zunehmend für einzelne oder wenige Feuerstellen angelegt.¹⁵¹² Pro Zugsröhre waren bis zu drei Feuerstellen zugelassen, deren Lage innerhalb des Gebäudes unbestimmt war.¹⁵¹³ Gleichzeitig wurden die Röhren während der ersten Hälfte des 19. Jh. immer häufiger mit Reinigungsöffnungen zu Beginn der Röhre und im Dachraum versehen, die durch Eisentüren geschlossen wurden.¹⁵¹⁴ In der Mitte des 19. Jh. wurden die Röhren durchgängig bis in den Keller geführt, sofern dies der Grundrissanordnung nicht widersprach.¹⁵¹⁵

Um die Schornsteine und Brandmauern gegenüber Rauch und Feuer abzudichten, wurde in der Regel ein Lehmörtel als Innenputz aufgebracht,¹⁵¹⁶ da Kalk durch die Feuereinwirkung seine Bindefähigkeit einbüßte. Als ein besonders beständiger Mörtel wurde ein Gemisch aus dickflüssigem „Leimenwasser“¹⁵¹⁷, Sand, Kalk, aber auch Zusätzen aus frischem Pferdemist häufiger angeführt.¹⁵¹⁸ Trotzdem wurden auch Kalkputze eingesetzt.¹⁵¹⁹ Als feuerbeständiger Baustoff wurde in der ersten Hälfte des 18. Jh. der Gips eingestuft,¹⁵²⁰ dessen Gebrauch jedoch in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zum Teil explizit als Mörtel für die Schornsteine und Feuerstellen wegen seiner eingeschränkten Bindefähigkeit unter Feuereinwirkung ausgeschlossen wurde.¹⁵²¹ Eine glatte dichte Innenoberfläche wurde während des gesamten 18. und frühen 19. Jh. für einen funktionsfähigen Rauchabzug als Voraussetzung angesehen,¹⁵²² weshalb sogar eckige Grundrisse wegen der leichteren Herstellbarkeit bevorzugt wurden.¹⁵²³ In Berlin wurde zu Beginn des 19. Jh. vorzugsweise Lehmörtel dafür eingesetzt.¹⁵²⁴

SCHORNSTEINANORDNUNG

Ausschlaggebend für den Standort der Schornsteine innerhalb eines Gebäudes war während des 18. und des frühen 19. Jh. eine möglichst lange, witterungsgeschützte Führung innerhalb des Gebäudes, so dass die Gebäudemitte unter dem Dachfirst der geeignetste Standort war.¹⁵²⁵ Der Schornstein war damit besser und dauerhaft vor dem Auskühlen und zerstörerischen Witterungseinflüssen sowie Wind geschützt.¹⁵²⁶ Innerhalb des Gebäudes konnte der Schornstein aus weniger beständigen, dafür preiswerten Materialien erstellt werden. Nur für den Schornsteinkopf mussten witterungsbeständige Baumaterialien eingesetzt werden.¹⁵²⁷

Eine Anordnung der Schornsteine an den Außenwänden, womöglich im Bereich der Traufe, war „altertümlich“¹⁵²⁸ und wurde nicht zuletzt wegen des hohen der Witterung ausgesetzten Schornsteinanteils abgelehnt.¹⁵²⁹ Die Schornsteine wurden an die Innenwände angelehnt, vorzugsweise an die Mittelwand.¹⁵³⁰ Innerhalb des Schlossbaus war es zudem wichtig, die Schornsteine unauffällig in die Wände einzubinden,¹⁵³¹ so dass es dort teilweise günstiger war, die Schornsteine in die Querwänden zu integrieren. Beispiele sind die Schlösser in Groß-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Glienicke/ Rietz-Neuendorf (1693/1700) oder Roskow, Brandenburg Beetzsee (1723-27). Bezogen auf den einzelnen Raum wurden Ofen oder Feuerstelle mit Ausnahme der Küchen mittig oder in den Raumecken jeweils an den Innenwänden angeordnet.¹⁵³² Die Schornsteine befanden sich in unmittelbarer Nähe der Feuerstellen und waren während des 18. Jh. sehr häufig auf der dem Hof zugewandten Mittelwandseite angeordnet. Die „vielen Ecken und Winkel in den Gängen“¹⁵³³ wurden als störend empfunden, weshalb die Mittelwände mit einer Breite von ca. eineinhalb Fuß¹⁵³⁴ (ca. 47,1 cm) zu verstärken waren oder die Schornsteine in Nischen und Wandschränke mit eingebunden wurden. Die Feuerstellen und Schornsteine des Gutshauses in Tornow, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Wusterhausen (1803), wurden beispielsweise überwiegend im Schnittpunkt von Mittel- und Querwand angelegt. Die Symmetrie innerhalb der Räume wurde durch Wandschränke und Bretterwände aufrecht erhalten. Die in den Schnittpunkten angelegten Feuerstellen und Schornsteine hatten zwei wesentliche Vorzüge. Zum einen ließen sich so von einem „Vorgelege“¹⁵³⁵, einer Art Vorraum der Feuerstellen, gleich zwei oder drei Feuerstellen bedienen. Die Feuerstellen ließen sich zudem weiter in die angrenzenden Räume hinschieben, wodurch die Abstrahlung verbessert werden konnte. Zum anderen waren mehrere nebeneinander Schornsteine standsicherer anzulegen und hoch zuführen als ein einzelner Schornstein.¹⁵³⁶ Die Lastabtragung der Schornsteine und Feuerstellen über Mauerpfeiler und Innenwände war damit wesentlich einfacher und platzsparender herzustellen¹⁵³⁷ (Abb. 151).

Auch wenn der bevorzugte Standort der Schornsteine Innenwände waren, so kam es dennoch vor, dass auch seitliche Außenwände, vor allem Giebelwände, als Standorte für die Schornsteine mit herangezogen wurden. Ein Beispiel dafür ist das sogenannte Kavalierhaus, Breite Straße 95, in Berlin-Pankow. Der Schornstein wurde an der äußeren Seitenwand angelegt und durchstößt die rückwärtige Dachfläche eines Satteldaches. Seitlich angeordnete Schornsteine wurden jedoch mit den alten, größeren Schornsteinquerschnitten nach Möglichkeit vermieden, da insbesondere bei gewalmten Giebeln die Schornsteine zusätzlich zum First verzogen wurden.¹⁵³⁸ Außerhalb der Mark, beispielsweise in Paris oder Warschau, wurden die Schornsteine dagegen als aussteifende Mauerpfeiler für Giebelwände erfolgreich eingesetzt.¹⁵³⁹ Eine Übertragung in der Mark fand nicht statt (vgl. S 232).

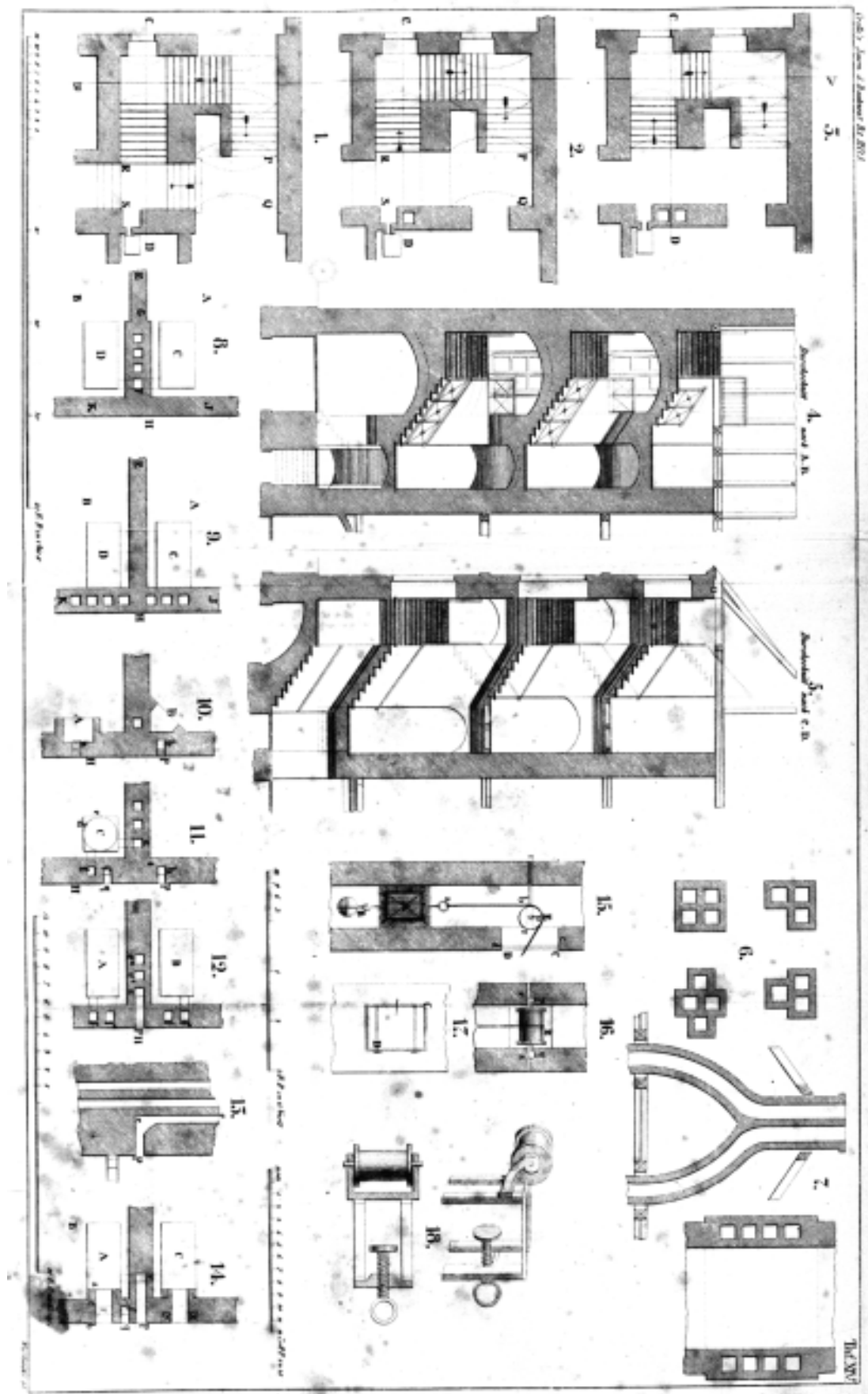


Abb.159 Crelle 1829. Tafel XIV. Innerhalb der Hauptgeschosse wurden die Schornsteine mit den geringeren Schornsteinquerschnitten zu sogenannten Schornsteinmauern zusammengefasst, wie sie in den Figuren 8-13 dargestellt sind. In die Schornsteinmauern wurden neben Entrauchungsöffnungen auch Luftheizungskanäle eingebracht. In Figur 17 ist ein Reinigungsbesen abgebildet, der nach 1822 häufiger bei schmalen Schornsteinröhren anzutreffen war.

4. MAUERN

Um alle Schornsteine zusammenzuführen und im Dachfirst über das Dach zu führen, wurden innerhalb des Dachraums die Schornsteine verzogen.¹⁵⁴⁰ Der Dachfirst als Durchstoßpunkt für die Schornsteine war deswegen so wichtig, weil bis in das frühe 19. Jh. weitgehend nur Kalkmörtel zur dauerhaften Abdichtung des Schornsteins zur Verfügung stand.¹⁵⁴¹ Die entstehende Hohlkehle eines nicht im First durchstoßenden Schornsteins ließ sich nicht dauerhaft abdichten,¹⁵⁴² weshalb es besser war, den Zwischenraum zwischen Schornstein und First aufzumauern. Jeder Durchstoß stellte eine potenzielle Undichtigkeit in der Dachhaut dar. Die hohe gestalterische Bedeutung symmetrisch auf die Fassade ausgerichteter Schornsteinköpfe, wie in Abbildung 152 dargestellt, war eine weitere Ursache für das Verziehen der Schornsteine innerhalb des Dachraums. Wenn Schornsteine nicht vorhanden waren, wurden auch sogenannte „falsche Schornsteine“¹⁵⁴³ oder „Blindröhren“¹⁵⁴⁴ aufgesetzt.

Die Ausrichtung der Schornsteine auf den First einerseits und nach den gestalterischen Vorgaben andererseits führte zu einem Verziehen in zwei Richtungen.¹⁵⁴⁵ Um die Schornsteine verziehen zu können, wurden sie bis Ende des 18. Jh. in der Regel auf sogenannte „Schleif- und Sattelhölzer“¹⁵⁴⁶ aufgelegt¹⁵⁴⁷ (Abb. 153). Diese hölzernen Tragkonstruktionen führten zu Rissen innerhalb des Schornsteins, wodurch häufiger Brände entstanden.¹⁵⁴⁸ Das Verziehen der Schornsteine war damit eine riskante, ständig zu wartende Konstruktion, deren Rissanfälligkeit durch das Verziehen in zwei Richtungen sich noch erhöhte. Um Schornsteine nur noch in eine Richtung verziehen zu müssen, wurden in der Mark, vornehmlich in Berlin, Ende des 18. Jh. die Schornsteine auf der hinteren Dachfläche neben dem First durch das Dach geführt, wozu die Mittelwand zwischen zwei bis drei Fuß zur Rückseite verschoben wurde.¹⁵⁴⁹ Der Schornstein konnte nun weitgehend senkrecht hergestellt werden und schloss mit annähernd gleicher Höhe wie der First ab.¹⁵⁵⁰ Eine symmetrische Ausrichtung auf die Fassade entfiel, da die Schornsteine von vorne nicht zu sehen waren.¹⁵⁵¹ Das Verziehen der Schornsteine bezog sich weitgehend auf den Dachraum möglichst unterhalb der Kehlbalken.¹⁵⁵² Dabei wurden 45° besser noch 54°¹⁵⁵³ als die geringste auszuführende Schornsteinneigung nahegelegt.

Verzogene Schornsteine galten innerhalb der Geschosse Ende des 18. Jh. zunehmend als unschön, weshalb sie innerhalb der Hauptgeschosse möglichst vermieden wurden und in Mauern und Pfeilern eingebunden wurden.¹⁵⁵⁴ Hölzerne Stützkonstruktionen verschliffener Schornsteine verloren ab 1800 zu Gunsten gemauerter Schornsteinstützen und Bogen im Dachraum an Bedeutung,¹⁵⁵⁵ die wiederum ab den 30er Jahren des 19. Jh. stärker mit Eisenstellen kombiniert wurden. Insgesamt wurde das Verschleifen im Dachraum weitgehend aufgegeben, da die symmetrische Schornsteinausrichtung unwichtig wurde und um 1820 die ersten dauerhafteren Abdeckbleche und Dichtstoffe zur Verfügung standen.¹⁵⁵⁶ Der Schornstein war ab dem zweiten Drittel des 19. Jh. möglichst gerade bis über den First zu füh-

ren.¹⁵⁵⁷ Dennoch blieb die Zahl der Schornsteindurchstöße schon aus finanziellen Überlegungen weiter gering.¹⁵⁵⁸

Wesentlichen Einfluss auf die Anordnung der Schornsteine hatten die ab 1822 zulässigen geringeren Schornsteinquerschnitte. Die Schornsteine ließen sich nun leicht in Innen- und Außenwänden überall ohne größeren Aufwand integrieren.¹⁵⁵⁹ Dennoch wurde an der bestehenden inneren Einbindung in Quer- und Mittelwänden weitgehend festgehalten. Zusätzlich wurden schmalere Schornsteinröhren in den Schnittpunkten der äußeren Giebel- und Mittelwände angelegt.¹⁵⁶⁰ Um eine Durchfeuchtung und ein zu schnelles Auskühlen zu vermeiden, war die äußere Wangenstärke wenigstens mit einem Fuß¹⁵⁶¹ (ca. 31,4 cm) anzunehmen. Die der Wetterseite ausgesetzten Giebel blieben weiterhin gefährdet.¹⁵⁶²

STANDSICHERHEIT

Die Schornsteine stellten ein erhebliches Brandrisiko dar. Wesentliche Ursache war die fehlende oder nur unzureichende Standsicherheit sowie Lastabtragung der Schornsteine. Schornsteine und Kamine wurden trotz begründeter Bedenken und Warnungen während des 18. und frühen 19. Jh. nicht unbedingt gegründet, sondern statt dessen mit ihren Lasten auf Hölzer der Deckenkonstruktion gestellt.¹⁵⁶³ Dabei wurde die weitere Lastabtragung nur allmählich als Problem zur Kenntnis genommen. Die Schornsteine wurden als Bestandteil der Wände angesehen, entsprechend wurden sie in der Regel mit allen massiven Brandschutzwänden oder Innenwänden im Bereich der Feuerstellen in einem Verband errichtet. Gehalten wurden die Schornsteine durch das „Aufkränzen“¹⁵⁶⁴ und „Aufsatteln“¹⁵⁶⁵ auf den Deckenbalken. Damit waren vorstehende Steinschichten der Schornsteinmauerung gemeint, die eine halbe Steinlänge vorstanden und insgesamt etwa ein bis drei Steinschichten stark waren. Diese vorstehenden Steinringe wurden auf sogenannte Fass-, Sattel-¹⁵⁶⁶ bzw. Fanghölzer¹⁵⁶⁷ gelegt¹⁵⁶⁸ (Abb. 156). Da die Deckenbalken während des 18. Jh. in der Regel nicht zusätzlich verstärkt wurden, vielmehr durch Wechsel zusätzlich geschwächt wurden, waren feuergefährliche Risse in den Schornsteinen an der Tagesordnung.¹⁵⁶⁹ In der Mark Brandenburg war es während des 18. und frühen 19. Jh. den Baumeistern freigestellt, in welchem Geschoss sie mit dem Schornstein begannen,¹⁵⁷⁰ so dass die Lastabtragung der Schornsteine zwangsläufig über die Deckenbalken erfolgen musste¹⁵⁷¹ (Abb. 154).

Um die Schäden der Schornsteine zu vermeiden, wurde im zweiten Drittel des 18. Jh. häufiger nahegelegt Vorgelege und Schornsteine mehrgeschossiger Gebäude ebenso wie Rauchfänge zu gründen.¹⁵⁷² Die Mitglieder des Ober-Bau-Departements Berson und Gilly brachten Ende des 18. Jh. Vorschläge zur Anordnung und Konstruktion der Schornsteine eigenständig gegründeter, standsicherer Schornsteine heraus, um zu gewährleisten, dass diese bei einem Brand nicht einzustürzen drohten und die Decken durchschlugen.¹⁵⁷³ Die Lastabtragung war durch massive Wände oder über die Schornsteine selbst gewährleistet. Alle

Schornsteine und Vorgelege sind gegründet und bauen in den einzelnen Geschossen aufeinander, völlig losgelöst von den Holzbalkendecken auf. Die Mittelwände mit durchschnittlichen Breiten zwischen ein und eineinhalb Steinlängen wurden im Bereich der Röhren auf bis zu eineinhalb Steinlängen verbreitert.¹⁵⁷⁴

In Anlehnung an französische Beispiele wurden Schornsteine auf gemauerten Bogen verzogen¹⁵⁷⁵ oder auf Vormauerungen bzw. Wangen aufgelegt¹⁵⁷⁶. Das Mitglied des Ober-Bau-Departements Berson stellte Konstruktionsbeschreibungen solcher holzfreier stabiler Subkonstruktionen verzogener Schornsteine zusammen,¹⁵⁷⁷ die in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. noch größere Beachtung fanden.¹⁵⁷⁸ Im Einzelnen schlug Berson drei Subkonstruktionen vor (Abb. 155, Fig. 221, 224 u. 225).

Auf Quer- oder Mittelwände gegründet wurden zwei Wangen mit Breiten von jeweils einer halben Steinlänge angelegt, auf der der Schornstein standsicher geführt werden konnte.¹⁵⁷⁹ (Abb. 155, Fig. 224) Berson sah diese Konstruktion für Gebäude mit Gebäudetiefen unter 40 Fuß¹⁵⁸⁰ (ca. 1256,0 cm) zur Vermeidung der Hohlkehlen als geeignet an.

Statt der Wangen wurde der Schornstein auch als einhüftiger Bogen geführt, der als sogenannter steigender Bogen auf eine blinde Röhre gestützt wurde. Die Röhre wurde über einen gemauerten Bogen auf eine blinde Röhre gestützt geschliffen. Nahegelegt wurde einen Bogen aus drei Kreislängen und zwei Leerergerüsten¹⁵⁸¹ oder mit einem Bogenradius von drei Fuß anzunehmen¹⁵⁸² (Abb. 155, Fig. 226). Ein Beispiel für eine solche Konstruktion befindet sich in der Potsdamer Schauspielerkaserne, Posthofstraße 17 (1796).

Bei der dritten empfohlenen Konstruktion wurden zwei Schornsteine zu einem Spitzbogen zusammengeführt¹⁵⁸³ (Abb. 155, Fig. 221.). Diese Konstruktion bezog sich vorrangig auf Gebäudegrundrisse mit einem Mittelgang, bei der die Schornsteinröhren in der Mitte zusammengeführt wurden.¹⁵⁸⁴ Der hochgesetzten Spitzbogenform kam dabei zur Vermeidung möglicher Horizontalkräfte größere Bedeutung zu. Zusätzlich sollten die Außenflanken der Bogen bis über die Kämpferlinie durch halbeinstarke Vorlagen gestützt werden. Die Wölbung war unter dem Kehlbalcken durchzuführen und darüber als gerader Schornstein zu beenden.¹⁵⁸⁵ Davon abweichende Konstruktionen wurden als fehlerhaft abgelehnt.¹⁵⁸⁶ Ausgeführt wurden solche Konstruktionen beispielsweise in den Communs des Neuen Palais in Potsdam-Sanssouci (1766/69) oder dem Tornower Gutshaus (1803) (Abb. 157). Bis in das frühe 20. Jh. wurde auf diese Konstruktionen vor allem bei hohen Dächern immer wieder zurückgegriffen.

Schornsteine wurden jedoch auch noch in der ersten Hälfte des 19. Jh. weiterhin auf Holzgestellen verzogen und auf Holzbalkendecken aufgesattelt.¹⁵⁸⁷ Besonders große Setzungen und Schäden traten bei den in Balkenmitte angelegten Schornsteinen auf, wenn weitere Unterstützungen fehlten.¹⁵⁸⁸ Da die Schornsteine, insbesondere bei nachträglichen Umbauten, selbst häufiger zur Lastabtragung genutzt wurden, potenzierten sich Setzungen und Schäden.¹⁵⁸⁹ Zur Unterstützung nicht gegründeter Kamine wurden um 1800 auch

den.¹⁵⁸⁹ Zur Unterstützung nicht gegründeter Kamine wurden um 1800 auch stärkere Eisen oder flache Gewölbebogen in Erwägung gezogen, die auf den angrenzenden Wänden lagerten.¹⁵⁹⁰ Solche Entlastungsbogen konnten auch in die Kellerwölbung mit einbezogen sein (Abb. 158). So wurden die Ecken der Segmentbogentonnen unterhalb der Ofen- und Feuerstellen in dem Gebäude Karl-Marx-Straße 32 in Neuruppin (nach 1787) von einer halben auf eine Steinlänge verstärkt. In der Mitte des 19. Jh. wurden Schornsteine und Vorgelege verstärkt in den Schnittpunkten tragender Wände angelegt und zusätzlich vor allem in den oberen Geschossen durch über Eck gelegte Anker gegründet. Die Anker wurden dabei ca. vier Fuß (ca. 125,6 cm) von der Ecke entfernt aufgelegt.¹⁵⁹¹

Um wenigstens den Brandüberschlag auf die tragende Holzkonstruktion zu minimieren, wurden entweder sämtliche Balken und Sattelhölzer in der Nähe der Schornsteine mit Strohlehm umwickelt¹⁵⁹² oder zwischen den Wechsellagen flache Gewölbe eingefügt¹⁵⁹³ (Abb. 157, Fig. 225 b) (vgl. S. 350 ff.). Ab 1822 waren Schornsteine durch gesetzliche Vorgaben zu gründen und Schornsteine durften formal nicht länger auf hölzernen Holzgestellen verzogen werden.¹⁵⁹⁴ Die Schornsteingründung bzw. die Lastabtragung durch Pfeiler oder Gurtbogen wurde nach 1822 zunehmend berücksichtigt, so dass wenigstens Auflagerbreiten zwischen drei bis vier Fuß¹⁵⁹⁵ (ca. 94,2 bis 125,6 cm) in der Regel berücksichtigt wurden. In der Mitte des 19. Jh. wurden Schornsteine zusätzlich in Abständen zwischen zehn und fünfzehn Fuß¹⁵⁹⁶ (ca. 3,14 und 4,71 m) aber auch erst nach zwei Geschossen durch Eisenanker angebunden.

Eine weitere Gefährdung der Standsicherheit für den einzelnen Schornstein ergab sich aus der Grundfläche sowie der Höhe. Aufgesattelte Schornsteine mit quadratischer Grundfläche und Seitenlängen um eineinhalb Fuß¹⁵⁹⁷ (ca. 47,1 cm) galten in der Mitte des 18. Jh. als standsicher. Die Übertragung der Stabilitätsvorstellung für die Mauern (vgl. S. 160 ff.) führte in der zweiten Hälfte des 18. Jh. dazu, auch Schornsteinwandungen unten zu verstärken.¹⁵⁹⁸ Ausgehend von einer Stärke der Schornsteinwange von sechs Zoll (ca. 15,6 cm) war die Wange höherer Schornsteine alle zehn Fuß (ca. 314 cm) um ein Zoll¹⁵⁹⁹ (ca. 2,6 cm) zu verstärken. Nach 1822 führte die verringerte Grundfläche zu einer gefährdeten Standsicherheit der Schornsteine innerhalb des Dachraums, die mit steigender Höhe zunahm. Daher wurden in mehrere Schornsteinröhren zu einem sogenannten Röhrenkasten zusammengefasst, der bis zu einer Höhe von 16 Fuß (ca. 502,4 cm) als standsicher galt. Höhere Schornsteine waren mit Mauerpfeilern, die mit dem Schornstein im Verband errichtet werden mussten, zu verstärken.¹⁶⁰⁰ Einzelne Schornsteinröhren waren möglichst zu vermeiden.¹⁶⁰¹ Ließen sich freistehende, einzelne Schornsteine nicht vermeiden, dann waren sie unter anderem durch höherwertige Baumaterialien und Pfeiler zu stabilisieren.¹⁶⁰² Innerhalb der Hauptgeschosse wurden die Schornsteine mit den geringeren Schornsteinquerschnitten zu sogenannten Schornsteinmauern zusammengefasst. Verschiedene Anordnungen sind in Abbildung 23.

Fig. 8-13 dargestellt. In die Schornsteinmauern wurden neben Entrauchungsöffnungen auch Luftheizungskanäle eingebracht.¹⁶⁰³ Wenngleich die schmalen Schornsteinröhren in den Mauern verzogen wurden, so wurde es dennoch bevorzugt sie möglichst nebeneinander hoch zu führen.¹⁶⁰⁴

HERSTELLUNG

Als feuersicher und beständig wurden alle Schornsteine und Brandschutzmauern angesehen, die während des gesamten 18. Jh. aus Ziegeln¹⁶⁰⁵ und ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. zusätzlich aus den preiswerteren Lehmsteinen,¹⁶⁰⁶ sogenannten „Schlotdocken“¹⁶⁰⁷ und Lehmputzen,¹⁶⁰⁸ die mit Kalk- als auch Lehmmörtel innerhalb der Gebäude verarbeitet wurden.¹⁶⁰⁹ Ende des 17. Jh. wurden gegossene Formsteine aus Gips bekannt,¹⁶¹⁰ die gelegentlich auch in der zweiten Hälfte des 18. Jh. aufgeführt wurden,¹⁶¹¹ jedoch für die Mark ohne Bedeutung waren. Geputzte Flechtwerke und Fachwerke wurden dagegen als sehr feuergefährlich eingestuft (vgl. S. 26 ff.). Standen Lehmsteine und Ziegel nicht zur Verfügung, wurden Feldsteine, Kalksteine und Weller zur Herstellung der Schornsteine und Brandmauern eingesetzt.¹⁶¹² Bestimmend waren für die Schornsteine quaderförmige Steinformate, die gelegentlich auch in Form eines T ausgebildet sein konnten.¹⁶¹³ Noch seltener wurden Ende des 18. Jh. sechs- ,achteckige Formsteine¹⁶¹⁴ oder zylinderförmig gebrannte Tonröhren aufgeführt.¹⁶¹⁵ Daraus ließen sich ovale oder kreisrunde Röhrenquerschnitte herstellen, die während der zweiten Hälfte des 18. Jh. in dem Ruf standen, weniger Ruß anzusetzen¹⁶¹⁶ und besser zu ziehen.¹⁶¹⁷ Solche Formate wurden von den märkischen Ziegeleien unter Hinweis auf zusätzlichen Aufwand in der zweiten Hälfte des 18. Jh. nicht produziert,¹⁶¹⁸ so dass bis in das frühe 19. Jh. die üblichen Formate der Ziegel und Lehmsteine für die Schornsteinherstellung bestimmend blieben. Die Bereitschaft der örtlichen Ziegeleien, auch auf die Schornsteinherstellung abgestimmte Ziegelformate anzubieten, erfolgte in den 20er Jahren des 19. Jh. durch die Einführung eiserner Schornsteinröhren,¹⁶¹⁹ die in einer anfänglichen Euphorie Ziegel und Lehmsteine vollständig ersetzen sollten.¹⁶²⁰ Solche gußeisernen Schornsteinröhren konnten theoretisch frei stehen, wobei wegen der großen Erhitzung nahegelegt wurde, die Röhren entweder zu ummauern¹⁶²¹ oder mit Blechummantelungen zu dämmen. Holz oder andere brennbare Stoffe waren von diesen Röhren möglichst in einem Mindestabstand von eineinhalb Fuß entfernt zu halten.¹⁶²² Darüber hinaus wurden Formsteine in Verbindung mit den gusseisernen Schornsteinröhren angeboten.¹⁶²³ Das Ziegelangebot für die schmalen Schornsteinröhren wurde sehr groß und umfasste diverse Formate für runde oder rechteckige Röhrenquerschnitte.¹⁶²⁴ Die Formsteine ließen sich auch zu gekuppelten Röhren zusammensetzen.¹⁶²⁵ Auch wurden nun Formate angeboten, aus denen sich Schornsteinröhren mit einer dämmenden Luftkammer herstellen ließen.¹⁶²⁶ Statt der Formsteine, die letztlich auf den durchschnittlichen Mauersteinformaten basierten, wurden in den 20er Jahren des 19. Jh.

beispielsweise durch die Firma Feilner in Berlin Hohlzylinder angeboten, die als Stecksyst^{em} aufgebaut waren.¹⁶²⁷

Die bis in die erste Hälfte des 19. Jh. hergestellten größeren Schornsteinquerschnitte wurden in der Regel in einem Schornsteinverband aufgemauert. Dieser Verband entspricht einem Läuferverband, der um die Ecke geführt wird.¹⁶²⁸ In der Regel setzte sich der Verband aus zwei Steinschichten zusammen. Dieser ist beispielhaft in Abbildung 155, Fig. 228, 249 dargestellt. Der Schornsteinverband war in seiner Stabilität sehr eingeschränkt, weshalb sein Gebrauch auf die Errichtung von Schornsteinen beschränkt sein sollte.¹⁶²⁹ Der Läufer wurde in der Regel flach auf der „Breitseite“¹⁶³⁰ verlegt. Damit ergab sich eine Mauerbreite der Schornsteine von einer halben Steinlänge¹⁶³¹ ungefähr fünf, sechs bzw. acht Zoll¹⁶³² (ca. 13,0, 15,6 bzw. 20,8 cm), die als weitgehend stabil bewertet wurde.¹⁶³³ Nicht selten wurde die Breite zur Kosten- und Materialeinsparung aber auch zur Gewichtsreduzierung geringer angelegt, indem die Steine auf den sogenannten „hohen Weg“¹⁶³⁴ oder die „hohe Kante“¹⁶³⁵ gestellt wurden.¹⁶³⁶ Die Stärke der Schornsteinumfassung betrug dann etwa zweieinhalb bzw. drei Zoll¹⁶³⁷ (ca. 6,5 bzw. 7,8 cm) und erwies sich als zu dünn und leicht schadensanfällig. Die auf die hohe Kante gestellten Steine wurden insbesondere für die Abtrennung der einzelnen Schornsteinröhren, die sogenannten „Zungen“ bzw. „inneren Wangen“¹⁶³⁸ eingesetzt. Erheblicher Nachteil dieser schmalen Zungen bestand darin, dass sie leicht durch die Schornsteinfeger während der Reinigung eingedrückt wurden.¹⁶³⁹

In Berlin wurden um 1800 Schornsteinmauerwerke in der Regel aus Ziegeln und Kalkmörtel errichtet.¹⁶⁴⁰ Darüber hinaus waren Schornsteine aus Lehmsteinen und Lehmmörtel vor allem in einfacher ausgestatteten Bauwerken sehr verbreitet. Die Zungen wurden dagegen vorzugsweise mit Lehmmörtel aufgemauert.¹⁶⁴¹

Der Schornsteinverband einschließlich der Unterteilung der einzelnen Röhren wurde durch die größere Beachtung der schmalen Schornsteinquerschnitte in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend mit Formsteinen kombiniert¹⁶⁴² oder zugunsten eines eingebauten ca. drei Fuß¹⁶⁴³ (ca. 94,2 cm) langen Kernholzes aufgegeben, das mit fortschreitender Mauererrichtung nach oben gezogen wurde. Angeregt wurde, die angrenzenden Fugen des Holzes mit einem Tonmörtel auszufüllen.¹⁶⁴⁴ Die in die Mauern eingebundenen Schornsteinröhren bedeuteten immer eine Störung des Mauerverbandes.¹⁶⁴⁵

Der über der Dachhaut geführte Schornsteinteil, der Schornsteinkopf, auch als „Schornsteinkasten“¹⁶⁴⁶, „Schornsteinaufsatz“¹⁶⁴⁷ oder „Schlotkasten“¹⁶⁴⁸ bezeichnet, war wegen der unmittelbaren Witterungseinflüsse dauerhafter herzustellen. Lehmsteine und Lehmmörtel schieden daher aus.¹⁶⁴⁹ Statt dessen wurden während des 18. Jh. Ziegel und Kalkmörtel verwendet.¹⁶⁵⁰ Noch bestehende Schornsteinköpfe beispielsweise in der Rudolf-Breitscheid-Straße 18 (Ende 18. Jh.), in Neuruppin haben in der Regel eine Wangenbreite von einer halben seltener einer Steinlänge. Schornsteinköpfe aus Sandsteinplatten waren für Schornstein-

köpfe bis in die erste Hälfte des 19. Jh. sehr ungewöhnlich.¹⁶⁵¹ Anfang des 19. Jh. wurden auch Blechröhren als Schornsteinköpfe empfohlen.¹⁶⁵² Je höher sich jedoch der Schornsteinkopf über die Dachfläche erhob, desto breiter und stabiler war er anzulegen, in dem er zusätzlich durch Ankerstangen gehalten wurde.¹⁶⁵³

Während der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden die Schornsteinköpfe zunehmend höher über die Dachhaut geführt, so dass die Stabilitätsanforderungen an die Schornsteinköpfe wuchsen. Beispielsweise wurde Ende der 20er Jahre des 19. Jh. gefordert, die Wange eines ca. vier Fuß¹⁶⁵⁴ (ca. 125,6 cm) hohen Schornsteinkopfes mit der Breite einer Steinlänge auszubilden. In Verbindung offener Schornsteinköpfe bestand während des 18. Jh. häufiger die geäußerte Befürchtung, Niederschlag würde in den Schornstein eindringen und sich auf die Feuerstelle nachteilig auswirken. Einerseits wurde von daher ein Verziehen der Schornsteine nahegelegt.¹⁶⁵⁵ Andererseits wurden verschiedenartige Abdeckungen der Schornsteinköpfe vorgeschlagen, die u.a. als „Vulcanus Famulus“¹⁶⁵⁶ bezeichnet wurden. In der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden verstärkt Blechaufsätze empfohlen, die als Windfahne, im Sinne eines „bewegliche(n) Dach(es)“¹⁶⁵⁷ gleichzeitig den Rauchabzug befördern sollten.¹⁶⁵⁸ Ende des 18. Jh. verlor sich die Befürchtung des eindringenden Niederschlags in die Schornsteinöffnung und Bedeckungen fanden vorwiegend im dekorativen Bereich Beachtung.¹⁶⁵⁹

FEUERSTELLEN

Je nach Zweck und Gebäudeausstattung existierten unterschiedliche Feuerstellen, für die jedoch keine eindeutige Begriffs- und Funktionszuordnung während des 18. und frühen 19. Jh. bestand. Innerhalb städtischer und ländlicher Gebäude kamen einerseits offene Feuerstellen und andererseits abgeschirmte Feuerstellen vor. Offene Feuerstellen waren sowohl Küchenfeuer als auch Kamine. Das Feuer wurde jeweils in dem Raum unterhalten, für den es bestimmt war. Die ganz oder teilweise in die Wände eingeschobenen „Camine“ oder „Wärmecamine“¹⁶⁶⁰ wurden je nach ihrer Ausgestaltung beispielsweise nach „holländischen“, „französischen“ oder „deutschen“¹⁶⁶¹ Kaminen differenziert. Sie wurden auf der Wandmitte oder in den Ecken angelegt.¹⁶⁶²

Die offenen Küchenfeuer wurden bis in das 19. Jh. von geweiteten Schornsteinen überdeckt,¹⁶⁶³ die auch als „Helm“, „Mantel“, „Esse“, „Feueresse“, „Schlothmantel“, „Schlot“, „Busen“, „Kutten“, „Rauchfang“¹⁶⁶⁴ oder auch als „Küchenschornstein“¹⁶⁶⁵ bezeichnet wurden. Sie überdeckten die eigentliche Herdstelle und sollten die Feuersicherheit sowie die Rauchableitung sicherstellen¹⁶⁶⁶ (Abb. 151, Fig. 147 o. Abb. 155, Fig. 237-241). Die Rauchfänge konnten mit einer Regenschutzklappe versehen sein.¹⁶⁶⁷ Der Rauchfang wurde entweder auf einem als feuersicher geltenden Steinbogen¹⁶⁶⁸ häufiger jedoch auf einem sogenannten „Rauchfangholz“¹⁶⁶⁹ angelegt. Ab der Mitte des 18. Jh. wurde nahegelegt, größere

Anlagen auf den Mittelwänden zu lagern,¹⁶⁷⁰ oder besser die gesamte Anlage auf eigene massive Pfeiler und Bogen zu stellen.

Die überwiegend eingesetzten Rauchfanghölzer wurden unterteilt in ein einfaches Rauchfangholz, bestehend aus einem Balken, und in ein doppeltes oder dreifaches Rauchfangholz, als hölzerne Wechsel ausgebildet.¹⁶⁷¹ Die Rauchfanghölzer wurden auf den angrenzenden Mauern oder extra vorgesehenen Steinpfeilern oder Mauervorsprüngen aufgelagert.¹⁶⁷² Die mehrteiligen Rauchfanghölzer konnten darüber hinaus von Eisenketten bzw. Eisenstangen gehalten werden, die an den Decken befestigt waren.¹⁶⁷³ Infolge eines verstärkten Brandschutzes wurden Ende des 18. Jh. für Brauereien beispielsweise steinerne Bogen als Auflager für den Rauchfang vorgegeben¹⁶⁷⁴ und Rauchfanghölzer sollten durch Eisen ersetzt werden.¹⁶⁷⁵ Bestehende Forderungen, die Rauchfanghölzer möglichst mit Estrich oder Ziegeln feuerhemmend zu verkleiden,¹⁶⁷⁶ blieben dennoch häufig unberücksichtigt. Zur Wölbung des Rauchfangs wurden Ende des 17. Jh. nicht weiter differenzierte „Dukesteine“ und „Tauchsteine“¹⁶⁷⁷ sowie Gips als besonders geeignete Materialien dargestellt. In der Mark wurden bis in die Mitte des 19. Jh. vorzugsweise Lehmsteine oder Ziegel eingesetzt, sofern die Rauchfänge nicht ohnehin gestaakt wurden. Die Steine wurden als Läuferverband mit einer Gewölbstärke von einer halben Steinlänge auf den Schwalbenschwanz¹⁶⁷⁸ oder in Ringschichten angeordnet.¹⁶⁷⁹ Der bevorzugte Wölbungswinkel sollte Anfang des 19. Jh. größer als 45° sein.¹⁶⁸⁰ In Deutschland fand Anfang des 19. Jh. eine als feuerbeständig eingestufte Rauchfangkonstruktion größeres Interesse, die in Warschau verbreitet war. Die Konstruktion bestand aus Eisenstangen, die mit Draht umflochten und anschließend mit einem Strohlehm überputzt wurde.¹⁶⁸¹

Um den Brandschutz zu erhöhen, wurde zumindest theoretisch Ende des 18. Jh. gefordert, im Bereich des Rauchfangs weder Türen oder Eingänge anzulegen¹⁶⁸² und den Abstand zwischen Fußboden und Unterkante Rauchfang nicht größer als fünfeinhalb Fuß¹⁶⁸³ (ca. 172,7 cm) anzunehmen, vorausgesetzt der Herd nahm die halbe Höhe ein.¹⁶⁸⁴ Die tatsächlich ausgeführten Rauchfänge wurden ab dem Ende des 18. Jh. häufig als zu groß angenommen, statt dessen wurde empfohlen, Rauchfänge lieber zu unterteilen.¹⁶⁸⁵

In Öfen wurden in der Regel abgeschirmte Feuer unterhalten. Einerseits wurden die Öfen direkt in dem Raum befeuert, in dem sie aufgestellt waren. Solche keramischen oder gusseisernen Öfen stellten die geringsten baulichen Ansprüchen, da lediglich eine Rauchableitung erforderlich war.¹⁶⁸⁶ Stand ein Schornstein nicht zur Verfügung, dienten Fenster oder Wanddurchbrüche nach außen ab dem zweiten Drittel des 18. Jh. als Rauchabzug, indem einfache Eisenrohre hindurch geführt wurden.¹⁶⁸⁷

Älter war die Befuerung eines Ofens von einem benachbarten Raum aus, wofür ein sogenanntes Vorgelege im Sinne eines Vorbereichs vorgesehen sein konnte. Eine eindeutige begriffliche Trennung des Ofens und des Vorgelege war dabei nicht jedoch zwangsläufig. Das

Vorgelege wurde auch als „Heiz-Camin“, „Camin-Vorgelege“¹⁶⁸⁸ oder „Einheizcamin“¹⁶⁸⁹ bezeichnet. Den Vorgelegen wurden kleine begehbare Räume,¹⁶⁹⁰ genauso wie einem Wandschrank vergleichbare Mauervertiefungen und aufgeweitete, raumähnliche Schornsteine zugeordnet. In den Vorgelegen konnten zusätzlich Vorrichtungen für ein Küchenfeuer angelegt sein, wie dies häufiger in kleineren Wohneinheiten erfolgte.¹⁶⁹¹ Zusätzlich konnte das Vorgelege mit zur Belüftung der Schornsteine herangezogen, so dass das Vorgelege nach oben in den Schornstein übergang. Begrenzt wurden die Vorgelege durch Steinmauerwerke und eiserne, zumindest mit Eisenblech beschlagene Türen. Der Boden wurde mit Ziegelplatten oder anderen nicht brennbaren Materialien ausgelegt. Zugänglich waren die Vorgelege in der Regel vom Korridor aus¹⁶⁹² oder über untergeordnete Räumen wie der Küche.¹⁶⁹³ Von einem Vorgelege aus konnten bis zu drei Feuerstellen bedient werden¹⁶⁹⁴ (Abb. 151, Fig. 138-144). Vorgelege, von denen beispielsweise zwei Öfen beheizt werden konnten, wurden in ihrer Gesamtheit beispielsweise als „doppelte Einheizkamine“¹⁶⁹⁵ beschrieben. Je mehr Feuerstellen von einem Vorgelege bedient wurden, desto geringer war der bauliche Aufwand.¹⁶⁹⁶ Als ländliche Ausprägung der Vorgelege beschrieb zu Beginn des 19. Jh. der Baubeamte A. F. Triest Vorgelege, die bis zum Dachbalken geführt wurden und dann beispielsweise in Mehrfamilienhäusern in ein großes Rohr übergingen.¹⁶⁹⁷ Diese Vorgelege, so wie sie beispielsweise noch in den Stampflehmbauten in Krollshof-Reudnitz und Beerbaum erhalten sind, werden heute als „Schwarze Küche“¹⁶⁹⁸ bezeichnet.

Während der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden die unterschiedlichsten Öfen und Kamine mit der Absicht entwickelt und erfunden,¹⁶⁹⁹ das Brennmaterial,¹⁷⁰⁰ in der Mark bis in das frühe 19. Jh. vorzugsweise Holz, seltener Torf oder Braunkohle, besser auszunutzen und den Verbrauch zu verringern. Den Öfen kam dabei eine besondere Bedeutung zu. Beispielsweise wurden eisernen Öfen bzw. solche mit größeren Eisenflächen eine größere Wärmestrahlung zugeschrieben als keramischen.¹⁷⁰¹ In diesem Zusammenhang ist die staatliche Förderung von Eisenöfen zu sehen, die beispielsweise 1764 unter anderem mit ein Grund zur Einrichtung einer Eisenhütte in Vietz in der Neumark war.¹⁷⁰² Beispielhaft für die Vielzahl an Aktivitäten wird die Initiative des Mitglieds des Ober-Bau-Departements Berson Ende des 18. Jh. angeführt, auf dessen Betreiben ein sogenannter „schwedischer Ofen“¹⁷⁰³ im Neuruppiner Landes-Irrenhaus eingebaut wurde. Ende des 18. Jh. wuchs das Interesse an Wand- und Fußbodenheizsystemen, nicht zuletzt durch bekannt gewordene amerikanische, russische und antike Beispiele.¹⁷⁰⁴

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. fanden Zentralheizungen mit Luft, Wasser oder Dampf als Transportmedium eine immer größere Bedeutung.¹⁷⁰⁵ Insbesondere für die Luftheizung wurden in den Wänden Röhren ca. fünf Zoll (ca. 13,0 cm) Durchmesser angelegt.¹⁷⁰⁶ Die zentralen Heizkammern wurden zum Beispiel durch „verdoppelte“ Wände¹⁷⁰⁷, einen doppelten, hohlen Eisenplattenboden und ein hohles, doppeltes Flachgewölbe gedämmt und

gegen Feuchtigkeit isoliert. In der mit Lehmörtel ausgekleideten Heizkammer wurde ein Eisenofen mit sehr großem Oberflächenanteil aufgestellt, an dem Kaltluft vorbeigeführt wurde, die vom Dach über Kaltlufröhren in den Mittelwänden angezogen wurde.¹⁷⁰⁸ Die warme Luft wurde in einer Höhe von ca. drei bis vier Fuß (ca. 94,2 bis 125,6 cm) über dem Fußboden in die zu beheizenden Räume eingeleitet und in Fußbodenhöhe wieder abgesaugt. Um Zerstörungen durch Tauwasserausfall vorzubeugen, waren die Röhren aus höherwertigen Ziegeln mit hydraulischen Mörteln herzustellen.¹⁷⁰⁹ Wände, in die solche Luftheizsysteme integriert wurden, waren für die Standsicherheit breiter anzulegen und die Mauer gezielt in Last tragende Pfeiler aufzuteilen.¹⁷¹⁰ Die Anwendung solcher Zentralheizungen erwies sich für Fabriken, öffentliche Gebäude und größere Wohngebäude, die von einer Familie bewohnt wurden, während des 19. Jh. wegen des reduzierten Brennmaterials und der erhöhten Brandsicherheit als vorteilhaft.¹⁷¹¹ So wurde die Bauakademie mit einer Luftheizung ausgestattet.¹⁷¹² Ein Beispiel in einem Privatgebäude ist eine Luftheizung in dem Schloss Roskow, in dem nachträglich eine solche Anlage in ein Vorgelege eingestellt wurde und der benachbarte Raum mit einer Lüftung ausgestattet wurde. Für den Mietwohnungsbau waren Zentralheizungen trotz ihrer wirtschaftlichen Vorteile nicht übertragbar, da eine verbrauchsbezogene Abrechnung nicht möglich war.¹⁷¹³

4.2.6. STÜTZMAUERN

Gegen das Erdreich errichtete Mauern werden heute als Stützmauern bezeichnet. Im Unterschied dazu wurden Stützmauern während des gesamten Untersuchungszeitraums als „Futtermauer“¹⁷¹⁴ bezeichnet. Allerdings wurden als „Futtermauer“¹⁷¹⁵ ebenso mehrschalige Mauerwerke beschrieben, so dass eine klare Zuordnung begrifflich nicht immer bestand. Weitere Bezeichnungen der Stützmauern waren „Füll-“, „Wand-“, „Stütz-“, „Berg-“, „Vorsatz-“, „Schild-“, „Kai-“, „Schälungs-“¹⁷¹⁶, „Skarpmauern“¹⁷¹⁷ oder „Beschlächte“¹⁷¹⁸.

Die gegen das Erdreich gestützten Mauern wurden auch als einhäuptige Mauer umschrieben, die mit dem Haupte, der Vorder- oder Tagseite bzw. Stirn oder Flucht, der reinen Ansicht zu Tage oder im Lichten stand, während die Rück-, Kehr- oder Hinterseite gegen das Erdreich stützend ausgerichtet war.¹⁷¹⁹

Stützmauern wurden zur Befestigung von Wällen, Ufern, Kaianlagen, Gräben, Geländekanten, Terrassen aber auch als Kellermauern eingesetzt.¹⁷²⁰ Wegen ihrer Standsicherheit kam den Stützmauern für die militärischen Befestigungsbauwerke während des 17. und 18. Jh. eine herausragende Stellung zu, weil sie dem Kanonenkugelbeschuss zu bestehen hatten¹⁷²¹ (Abb. 160 u. 161). Zusätzliche Bedeutung erfuhren die Stützmauern ab dem 19. Jh., angeregt durch englische Vorbilder, als Stützmauern für Belichtungs- und Belüftungsgräben vor den Kellergeschossen.¹⁷²²

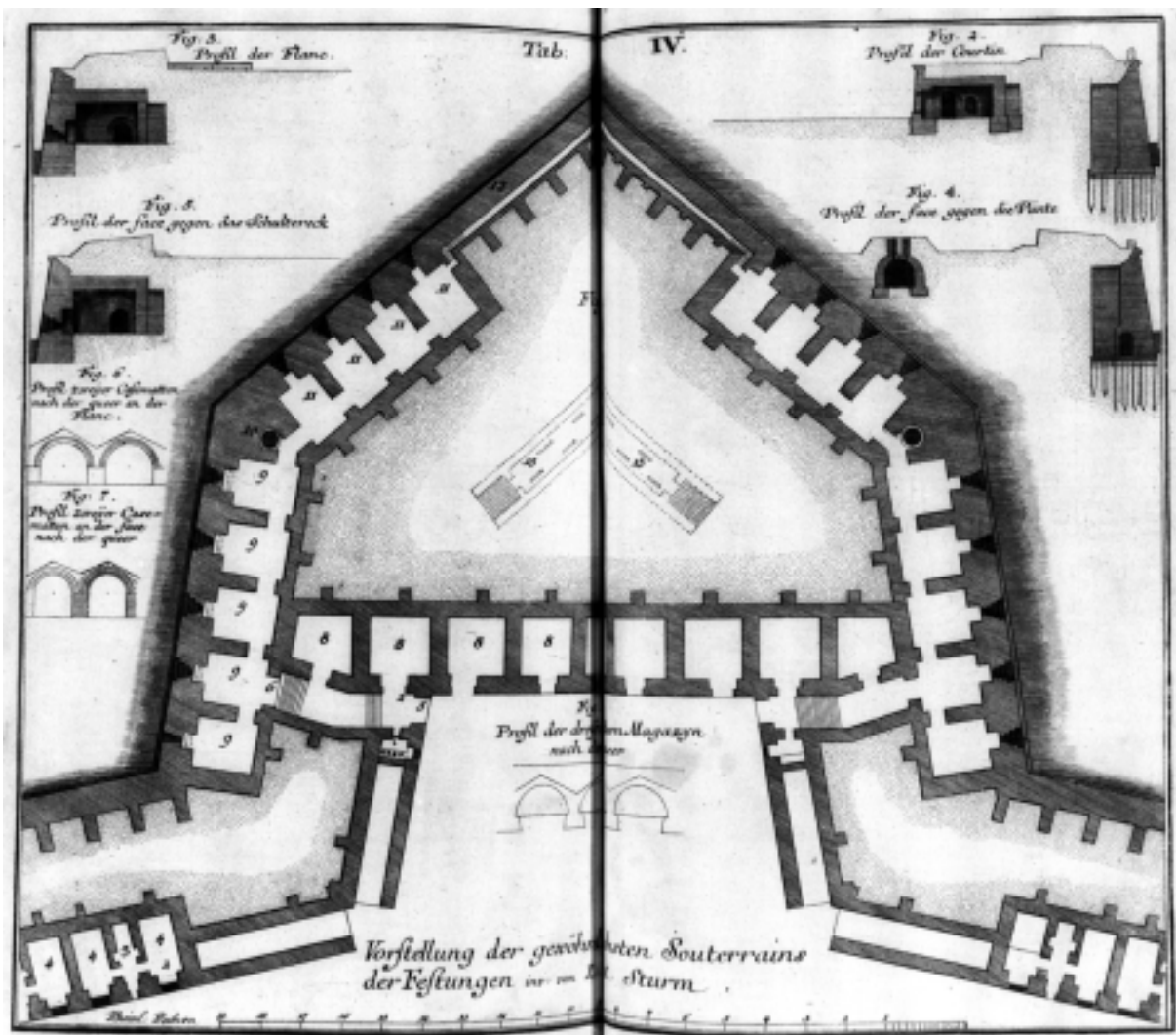


Abb.160 Sturm 1719. Tafel IV.

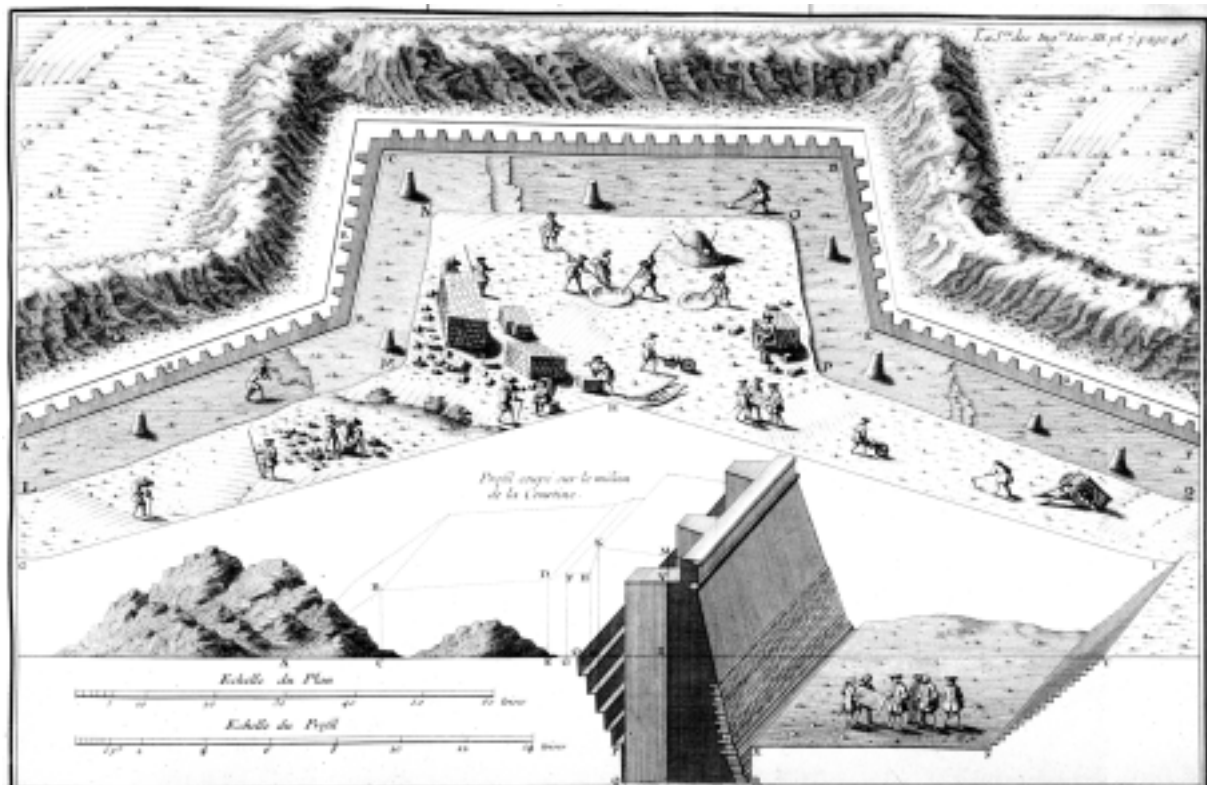


Abb.161 Belidor M.D.CC.XXII. (1722). Buch 3. Plan 8.

4. MAUERN

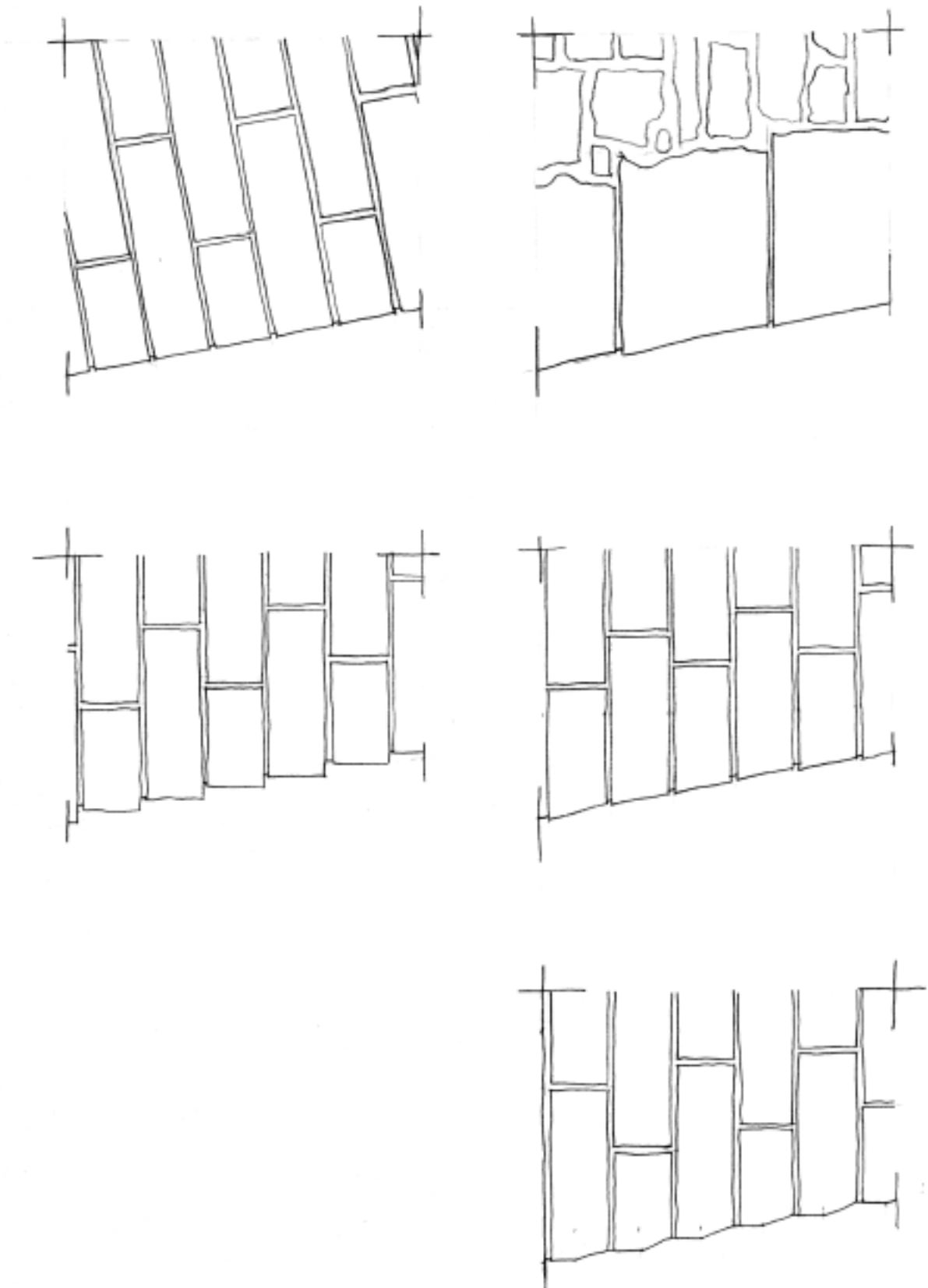


Abb.162 Skizze, Ausführungstechniken geböschter Stützmauer: ausgeführt mit Werkstein (1), schrägen Ziegeln (2), Ziegeln mit Abstufung (3) und schrägen Lagerfugen (4) und als sogenannte Zähnung (5)

Durch die komplexen Kraftwirkungen des drückenden Erdreichs aber auch durch die militärischen Anforderungen stand die Standsicherheit der Stützmauern stärker als die der übrigen Mauern im Mittelpunkt des Interesses. Dazu wurde weitgehend einheitlich nahegelegt, die Stützmauern äußerlich zu böschten.¹⁷²³ Als stabiles Verhältnismaß von Breite zu Höhe wurde während des 18. Jh. eins zu fünf angesetzt¹⁷²⁴ und im 19. Jh. eins zu sechs¹⁷²⁵ als üblich angesehen. Bei niedrigen Stützmauern wurde schon wegen des geringeren Aufwands die äußere Seite geböscht und die innere senkrecht hochgeführt.

Weitere Stabilisierungsmaßnahmen für die Stützmauern stellten ab dem 17. Jh. verzahnte Mauerverbände dar.¹⁷²⁶ Der niederländische Festungsbaumeister van Koehorn suchte beispielsweise durch schräg ausgerichtete Steinschichten die Stützmauern der ausgebauten Mannheimer Festungsanlage zu stabilisieren.¹⁷²⁷ Ebenso wurden für die Festungsmauern im preußischen Küstrin schräge Lagerfugen angelegt¹⁷²⁸ (Abb. 162, 4). Die schrägen Lagerfugen erwiesen sich jedoch durch eindringendes Regenwasser und die daraus folgenden Fugenauswaschungen und die Frostsprengungen als nachteilig.¹⁷²⁹ Ein weiterer, sehr elementarer Nachteil bestand darin, dass bei gezieltem Beschuss des Stützmauerfußes das Mauerwerk nachrutsche und die gesamte Stützmauer leichter versagte.¹⁷³⁰ Auch die Kombination schräger und horizontaler Lagerfugen erwies sich als wenig witterungsbeständig, weshalb Anfang des 19. Jh. nachdrücklich von schrägen Lagerfugen abgeraten wurde,¹⁷³¹ obwohl deren Errichtung als einfacher galt¹⁷³² (Abb. 30, 124.).

In Verbindung mit Stützmauern als sehr stabil anerkannter Mauerwerksverband waren horizontale Stromschichten, die in Kombination mit Kreuz- und Blockverband besonders geschätzt wurden.¹⁷³³ Der statisch bevorzugte äußerlich geböschte Mauerquerschnitt erwies sich in der dauerhaften Ausführung als sehr schwierig. Die dauerhafteste Lösung bestand darin, horizontal Werksteine und Ziegel zu schichten und äußerlich mit schrägen Sonderformaten abzuschließen (Abb. 162, Fig. 1 u. 2). Die praktische Umsetzung blieb unter Hinweis auf die hohen Herstellungskosten solcher Sonderformate bis in das 19. Jh. jedoch die Ausnahme. Erst im Verlauf der ersten Hälfte des 19. Jh. war die Bereitschaft der Ziegeleien vorhanden, auch solche Sonderformate zu akzeptablen Preisen zu produzieren. Damit die Steinformate nicht zu spitz zuliefen, wurde im 19. Jh. die Böschungsfläche nicht ganz eben angelegt¹⁷³⁴ (Abb. 162, Fig. 3). Auch wenn die geböschten Stützmauern sich durch Flechtungen oder schräg aufgelegte Rollschichten nicht dauerhaft gegen eindringendes Niederschlagswasser und Frostsprengungen schützen ließen, galt deren Reparatur jedoch als einfacher.¹⁷³⁵ Als eine weitere, sehr aufwendige Bearbeitung der geböschten Maueroberfläche bestand darin, die Maueroberfläche mit einem feuchten, angedrückten Sandstein abzuschleifen.¹⁷³⁶

Alternativ dazu ließ sich die Böschung auch durch abgestufte Steinschichten, sogenannte „Zähne“¹⁷³⁷, ausbilden (Abb. 162, Fig. 5). Auch diese Herstellung stellte keinen dauerhaften Schutz gegenüber eindringendem Niederschlag dar.

Zum Schutz der schrägen Mauerfläche wurden als Mauerabschluss sogenannte „Ausladungen“¹⁷³⁸ angelegt, die in Abhängigkeit der Mauerhöhe und der jeweils eingesetzten Werksteine oder Ziegel unterschiedlich weit überkragten¹⁷³⁹ und mit Tropfkanten versehen waren. Während der Ziegelabschluss vornehmlich mit Rollschichten erfolgte, wurden die aus Werkstein erstellten Abdecksteine vor allem an den Ecken durch Eisenanker miteinander verbunden.¹⁷⁴⁰ Während der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde wegen einer vereinfachten Herstellung und zur Vermeidung witterungsbedingter Schäden auf eine Böschung zunehmend verzichtet.¹⁷⁴¹

Sogenannte „Contreforts“¹⁷⁴², Stützpfeiler, wurden zur Verbesserung der Stabilität und zur Materialeinsparung der Stützmauern seit Jahrhunderten genutzt. Angelegt wurden Stützmauern sowohl äußerlich als auch der dem Erdreich zugewandten Seite,¹⁷⁴³ wenngleich die innen angelegten Pfeiler einen wesentlich höheren Arbeitsaufwand mit sich brachten. Insbesondere bei militärischen Anlagen erwiesen sich die in das Erdreich einfassenden Pfeiler als unerlässlich, da potentielle Angreifer die Pfeiler nicht erkennen konnten und somit ein gezielter, zerstörender Beschuss nicht möglich war. Die einzelnen Pfeiler konnten durch Bogen oder Tonnengewölbe stabilisierend miteinander verbunden sein.¹⁷⁴⁴ Die Pfeiler wurden bis in das 19. Jh. überwiegend als eigenständiges Element angesehen, das nicht zwangsläufig einheitlich mit der Stützmauer ausgeführt sein musste. Für eine dauerhafte standsichere Stützmauer erwies es sich jedoch als vorteilhaft, wenn Mauer und Pfeiler einheitlich gegründet und in einem Mauerverband errichtet waren.¹⁷⁴⁵ Dabei existierten während des 18. Jh. unterschiedliche Theorien zur stabilsten Ausführung der Strebepfeiler. Eine Theorie schrieb Pfeilern mit trapezförmigen Grundriss, so wie in Abbildung 163, Figur 9. dargestellt, eine besonders stabilisierende Wirkung zu. Allerdings löste sich dieser Stützpfeiler leicht von der Stützmauer, weshalb die zuvor angenommenen stabilisierenden Vorzüge in der zweiten Hälfte des 18. Jh. umstritten waren. Aufgrund der großen Bedeutung des Trapez für die Standsichersicherheit wurde auch einem trapezförmigen Pfeilerquerschnitt eine besondere stabilisierende Wirkung zugeschrieben.¹⁷⁴⁶

Die Ausführung in Grundriss und Querschnitt trapezförmig angelegter Stützpfeiler stellte einen zusätzlichen Arbeitsaufwand dar, so dass abseits aller Theorien und Berechnungen¹⁷⁴⁷ eine einfache, pragmatische Ausführung der Pfeiler bevorzugt wurde.¹⁷⁴⁸

Ein ganz wesentlicher Vorzug der Stützpfeiler bestand in einer Materialeinsparung von mehr als einem Drittel, ohne dass dadurch sich die Stabilität verringerte.¹⁷⁴⁹ Die Materialkosten und die Bemühungen sie zu reduzieren verloren jedoch beispielsweise in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. in Frankreich an Bedeutung. Stattdessen rückten die Arbeitskosten zunehmend in den Vordergrund, die es zu vermeiden galt.¹⁷⁵⁰

Durch Stabilitätstheorien wurde versucht, einzelne willkürliche Faktoren zu belegen, die als ausschlaggebend für die Standsicherheit angesehen wurden. Vermutlich angeregt durch

die militärische Gefährdung der Fußpunkte, legte in der ersten Hälfte des 18. Jh. der Franzose Belidor den Stützmauerschwerpunkt in dem vorderen Fußpunkt, der gleichzeitig als gedachter fixer Drehpunkt aller einwirkenden Kräfte angenommen wurde.¹⁷⁵¹ Die Kraftwirkung des einwirkenden Erddrucks, die „Directionslinie“¹⁷⁵², wurde in Richtung von 45° auf die Stützmauer fest (Abb. 84). Größere Beachtung fand jedoch ein angenommener Schwerpunkt, der sich aus der Betrachtung des Stützmauerquerschnitts ergab. Als Einflussgrößen für die Schwerpunktlage galten sowohl die Mauerform als auch das Materialgewicht.¹⁷⁵³ Ebenso wurden für die Stabilität die Mauerstärke und die Pfeiler herangezogen. Beurteilungskriterien für die unterstützenden Pfeiler waren sowohl deren Höhe, Breite und Tiefe als auch deren Abstand von einander und der Umstand, ob sie ein oder beidseitig angeordnet waren.¹⁷⁵⁴

Zu Beginn des 19. Jh. hatte sich die Erkenntnis durchgesetzt, zur Umlenkung des Erddrucks den gesamten Stützmauerfuß möglichst groß und schwer auszubilden.¹⁷⁵⁵ Dazu war die Stützmauer beidseitig zu böschen (Abb. 164, Fig. 39) oder waren besser in das Erdreich hinein Mauerbänke anzulegen¹⁷⁵⁶ (Fig. 40 u. 43).

Die durch sogenannte „Fußbänke“ oder „Banquets“¹⁷⁵⁷ vergrößerte Grundfläche der Stützmauern gewährleistete eine größere Druckverteilung, wodurch zusätzlich ungleiche Lasteinwirkungen und unterschiedliche Baugründe sich weniger schädlich auswirkten.¹⁷⁵⁸ Die größere Grundfläche wurde zum Teil als „Abdachung“¹⁷⁵⁹ bezeichnet. In Abhängigkeit von Mauergewicht und Hinterfüllung der Form wurde eine Futtermauer als stabil angesehen, wenn sich der angenommene Schwerpunkt im unteren Drittel der Futtermauern befand.¹⁷⁶⁰ Ein erheblicher ökonomischer Vorteil der Fußbänke bestand darin, dass zusätzliche Gründungsarbeiten für Roste entfielen.¹⁷⁶¹ Wie bei den Gewölbewiderlagern wurde ein Gleiten und für die Stabilität ein Gleichgewicht von Erd- oder Steinkörper zugrundegelegt.¹⁷⁶²

Bei der Festlegung der Stützmauermaße wurde unterschieden nach der eigentlichen Mauerstärke und einer als notwendig erachteten Böschung, die überwiegend von der Mauerhöhe abhängig gemacht wurde.¹⁷⁶³

Während Ende des 17. Jh. noch eine gleichbleibende Mauerstärke unabhängig von der Höhe für alle Stützmauern festgelegt wurde, erfolgte während des 18. Jh. die Festlegung der Mauerstärke in Abhängigkeit der Stützmauerhöhe.¹⁷⁶⁴ Zu Beginn des 19. Jh. wurde die Pfeilerstärke für die Standsicherheit als viel wesentlicher eingestuft als die eigentliche Stützmauer.¹⁷⁶⁵

Neben graphischen und rechnerischen Ermittlungsmethoden der Stärke¹⁷⁶⁶ überwogen bis in das 19. Jh. Faustregeln und Tabellenwerke¹⁷⁶⁷ (Abb. 86.), wonach beispielsweise bei zehn Fuß (ca. 314,0 cm) Höhe die untere Breite mit vier Fuß (ca. 125,6 cm) und jede weiteren zehn Fuß Höhe die Mauer um jeweils drei Fuß¹⁷⁶⁸ (ca. 94,2 cm) zu verstärken war. Nach einer weiteren Faustregel wurde die untere Mauerbreite mit der halben Höhe angenommen,

während die obere Breite zwischen einem Viertel oder einem Drittel der Höhe betragen sollte.¹⁷⁶⁹

Unabhängig diverser Proportionsregeln kam in der ersten Hälfte des 19. Jh. der oberen Stützmauerbreite wegen der sicherzustellenden Frostbeständigkeit eine wachsende Bedeutung zu, so dass die obere Breite zwischen zweieinhalb und dreieinhalb Fuß¹⁷⁷⁰ (ca. 78,5 und 109,9 cm) oder einem Viertel bzw. einem Sechstel der Höhe¹⁷⁷¹ betragen sollte. Letztlich bestanden während des gesamten Untersuchungszeitraums jedoch keine allgemeingültigen Regeln zur Festlegung der Stützmauerstärken.¹⁷⁷² Für die Festlegung der Mauerstärke wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. zusätzlich senkrechte Lasten mit angeführt.¹⁷⁷³

Während durch die Proportionsregeln zur Stützmauerstärke die Böschung im 18. Jh. häufig gleich mit festgelegt war, fand die Festlegung der Böschung Ende des 18. Jh. durch berücksichtigte Lasteinwirkung, Stützpfiler und deren Abstand, Material und Gefüge kaum noch Berücksichtigung.¹⁷⁷⁴ Eine Stützmauer, die beidseitig jedoch senkrecht ausgebildet war, wurde als Materialverschwendung angeprangert. Ebenso wurde eine beidseitige Böschung als zu material- und arbeitsaufwendig verurteilt. Eine äußere Böschung von einem Achtel der Höhe wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. zum Schutz vor Witterungseinflüssen bevorzugt.¹⁷⁷⁵ Die Böschung war bei einer Ziegelausführung geringer anzusetzen, um den Materialverlust zu minimieren¹⁷⁷⁶, aber auch die Anfälligkeit gegenüber Witterungseinflüssen zu verringern.¹⁷⁷⁷

Weniger anfällig gegenüber Witterungseinflüssen waren auf der zum Erdreich zugewandten Seite angelegte Mauerbänke, Pfeiler und Böschungen. Wegen des damit verbunden enormen Herstellungsaufwands wurde jedoch bis auf stark zu befestigende Stützmauern davon in der Regel abgeraten.¹⁷⁷⁸ In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde zur Festlegung des jeweiligen Mauerquerschnitts und der Mauerstärke auf Tabellenwerke von Belidor, Woltmann oder Eytelwein verwiesen.¹⁷⁷⁹

Um den Pfeilerabstand der durch Pfeiler unterstützen Stützmauern festzulegen, war die bekannteste Regel jene, wonach der Pfeilerabstand der doppelten Pfeilerbreite entsprach.¹⁷⁸⁰ Ebenso wurde die Pfeilerhöhe ins Verhältnis zur Stützmauerstärke gesetzt.¹⁷⁸¹

Anfang des 19. Jh. galten gestaffelte Mauerbänke im unteren Bereich, die oberhalb mit Stützpfйлern kombiniert wurden als die sparsamste und gleichzeitig stabilste Stützmauerkonstruktion.¹⁷⁸² Für weniger beanspruchte Stützmauern wurden dagegen äußerlich Pfeiler vorgesetzt, die mit schrägen Steinschichten angelegt waren.¹⁷⁸³

Bis in das 19. Jh. weitgehend unbekannt war eine Stützmauerkonstruktion, deren Merkmal die weitgehende Auflösung in Stützpfiler war, und durch Bogen aber auch Tonnengewölbe miteinander verbunden waren. Pfeiler und Bogen reichten in das Erdreich hinein und die entstehenden Schildflächen wurden durch Brettverkleidungen oder gewölbte Ziegelscheiben zugesetzt.¹⁷⁸⁴ Vereinzelt war die Stützmauerkonstruktion bereits im letzten Drittel des 18. Jh.

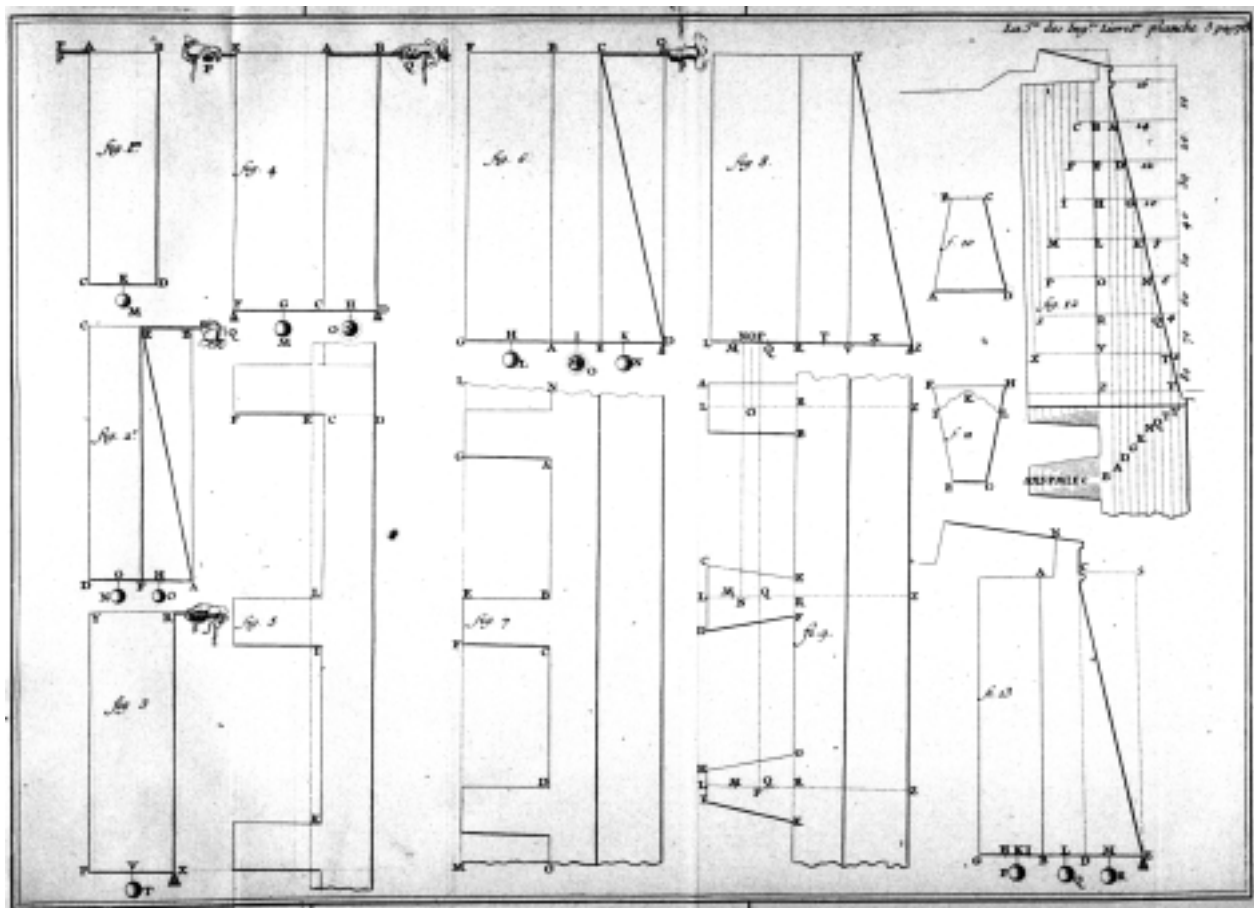


Abb.163 Belidor M.D.CC.XXII. (1722). Buch 1. Plan 3.

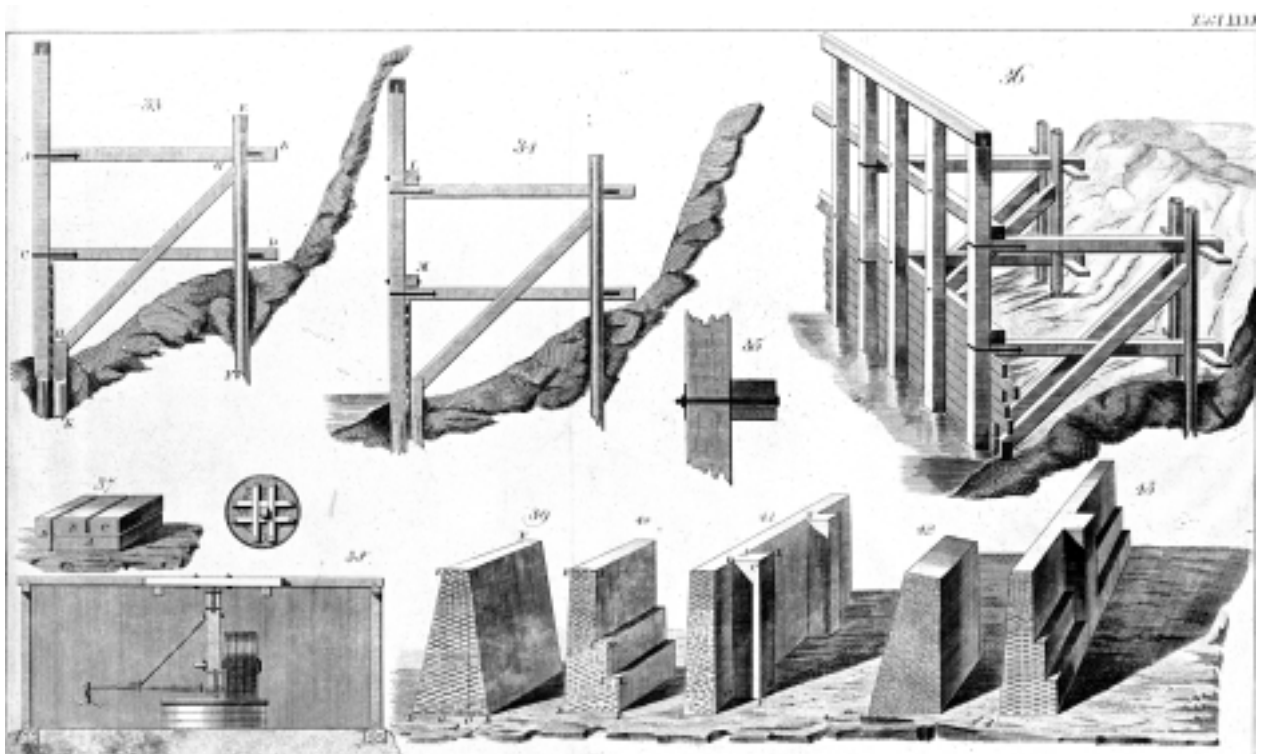


Abb.164 Eytelwein (1805) 1820. Tafel XXXI.

4. MAUERN

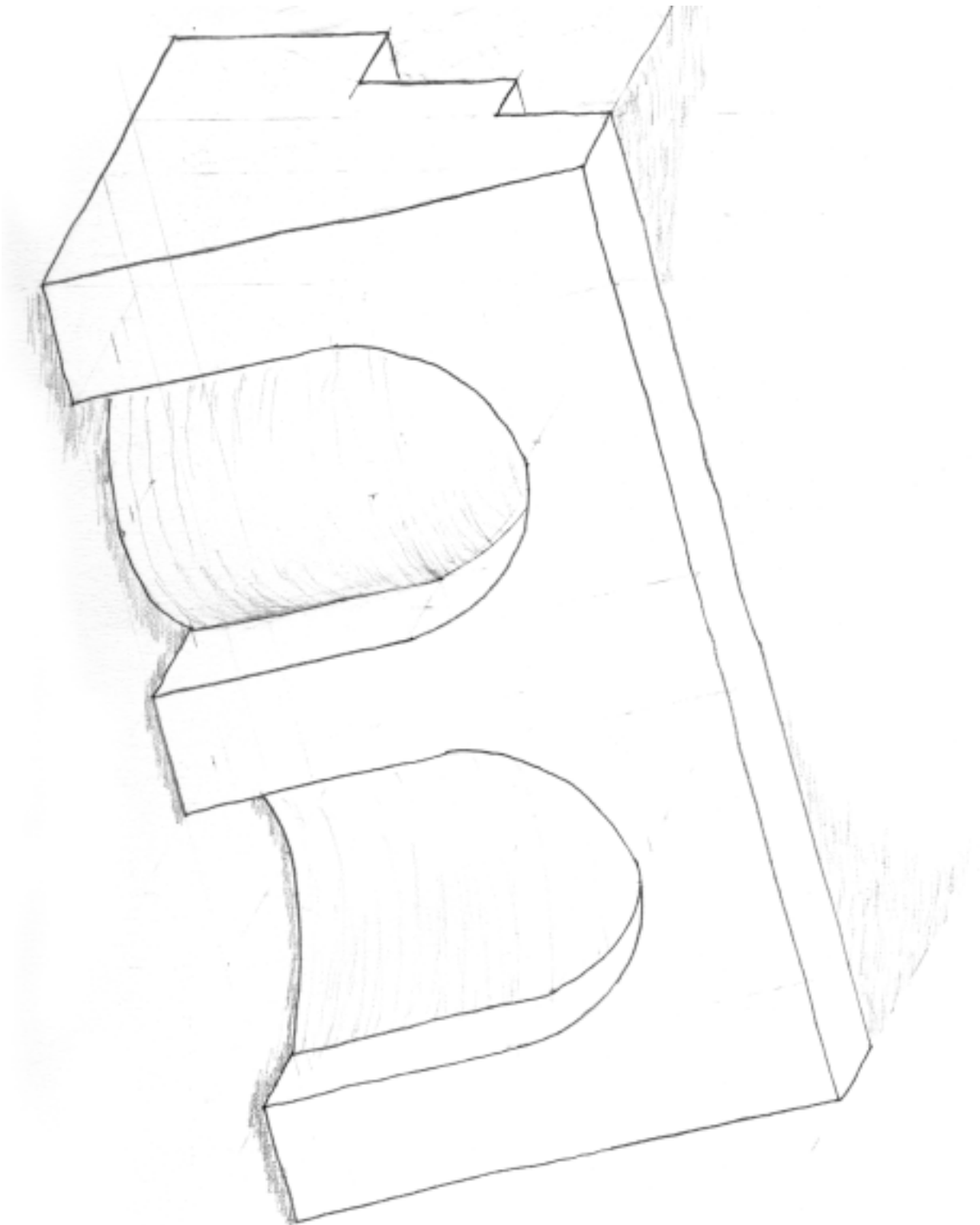


Abb.165 Skizze, einer sogenannten „englischen Stützmauer“. Beschrieben wurden Wölbungen zwischen den Bogen, wobei jedoch nicht zweifelsfrei sich klären ließ, ob die Wölbungen nach innen (rechts) oder nach außen (links) angelegt wurden. Der Vorzug dieser Stützmauerkonstruktion bestand vor allem in dem geringeren Materialbedarf. Aufgrund der unscheinbaren äußeren Gestalt wurde die Standsicherheit angezweifelt.

bekannt, jedoch wurde sie verworfen, da sie zu schwach wirken würde.¹⁷⁸⁵ Um 1800 wurde die Schildfläche als eine gegen das Erdreich in einem flachen Bogen gewölbte Mauerfläche beschrieben, und als „Vorsetzer“¹⁷⁸⁶ bezeichnet. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde diese Konstruktion als „englische Stützmauer“¹⁷⁸⁷ wieder erwähnt und wegen der einfachen Herstellung besonders hervorgehoben. Bedeutung fand diese Konstruktion jedoch erst in der zweiten Hälfte des 19. Jh. zur Geländebefestigung von Eisenbahnbauwerken (Abb. 165).

Zur Errichtung von Stützmauern waren erhebliche Massen an Baumaterialien erforderlich, so dass schon aus wirtschaftlichen Gründen Verblend- oder Schalenmauerwerke angelegt wurden. In der Regel wurden für die Hintermauerung frostbeständige Feldsteine, Bruchsteine und dort, wo sie zur Verfügung standen, Ziegel eingesetzt.¹⁷⁸⁸ Außen wurden die Stützmauern häufig mit quaderförmigen Bruchsteinen oder Werksteinen versehen. In der Mark waren dies vornehmlich Rüdersdorfer Kalkstein und importierter Sandstein. Um 1800 wurden Klinker als dauerhafter Ersatz angeführt.¹⁷⁸⁹ Bis dahin war das Zutrauen in die Dauerhaftigkeit der Ziegelmauerwerke für Stützmauern und Wasserbauwerke, trotz bekannter niederländische Beispiele, nicht vorhanden.¹⁷⁹⁰ Während im 18. Jh. Mörtel für Stützmauern nicht beschrieben wurden, nahmen höherwertige Mörtel für die Stabilität der Stützmauern in der ersten Hälfte des 19. Jh. einen großen Stellenwert ein.¹⁷⁹¹ Als Schutzmaßnahme der Stützmauer vor Wasser aus dem anstehenden Erdreich wurden die Stützmauern in der ersten Hälfte des 19. Jh. mit Ton oder Mörtel als Sperrschichten überzogen.¹⁷⁹²

5. GEWÖLBE

Definition

Neben dem Begriff Gewölbe wurden und werden die Bezeichnungen Wölbung oder „Gewölbung“¹ verwendet. Mit einem Gewölbe wurde ein dreidimensionaler, begrenzter Raum beschrieben, beispielsweise das Himmelsgewölbe, das die Erde gegenüber dem Universum begrenzte.² Ähnlich den begrenzenden Mauern wurde mit einem Gewölbe eine, im Sinne eines Schutzraums,³ stärker begrenzende Bedeutung verbunden. Tatsächlich wurden Gewölbe meist zum räumlichen Schutz vor Feuer, Kälte, Hitze, Raub und Einbruch eingesetzt.⁴ Eng verbunden war der überlieferte Begriffs des Gewölbes als Verkaufsraum, wobei von einem gesicherten bzw. geschützten Ort auszugehen war.⁵ Die sichernde Funktion von Gewölben als besonders geschützter Aufbewahrungsort für Wertgegenstände, beispielsweise Archive, Vorratsräume und Feuerstätten behielt bis in das 20. Jh. seine Berechtigung (vgl. S. 302 ff.).

Eine Ende des 17. Jh. sehr selbstverständliche Gewölbedefinition war die eines oberen Raumabschlusses in Form einer gebogenen Decke.⁶ Solche Decken wurden sowohl als „gebogene Bühne“⁷, „oberste Wand eines Zimmers“⁸ oder als „gewölbte Decke“⁹ bezeichnet. Die materielle Ausbildung der gebogenen oder gekrümmten Decke war dabei bis in das 18. Jh. teils unbedeutend,¹⁰ weshalb Gewölbe als gebogene Decken aus metallenen oder hölzernen Gerüsten bzw. Stabwerken ausgebildet sein konnten, deren Zwischenräume bzw. Gefache mit Mörtelgemischen¹¹ oder Lehmflechtwerken¹² ausgefüllt waren. Zufällige Beispiele solcher ausgefüllten Gerüstkonstruktionen sind Gewölbeteile der Schlosskapelle in Weissenfels¹³ (Sachsen-Anhalt) oder der Jesuitenkirche in Bad Münstereifel¹⁴ (NRW). Die gebogene Tragkonstruktion konnte auch nur mit einer Holzschalung,¹⁵ geputzten Drahtgeflechten, Rohrmatten¹⁶ oder Plattenelementen verkleidet sein.¹⁷ Gebogene unverputzte Holzdecken, sogenannte „Holzgewölbe“¹⁸, galten Ende des 18. Jh. als altertümlich. Wenn auch als Ausnahme anzusehen, so waren Anfang des 19. Jh. Eisengerüste bekannt, die von der Dachkonstruktion abgehängt und in die Ziegelplatten gelegt und beispielsweise mit einem Lehmputz für ein Schwitzbad verputzt wurden.¹⁹

Daneben bestand Ende des 17. Jh. die begriffliche Unterscheidung zwischen steinernen Gewölben und hölzernen Decken.²⁰ Entsprechend wurde das Gewölbe als

„eine steinerne Decke über einem Zimmer/ [definiert] welche gemeiniglich im Bogen gehet/ weil gerade Decken von Steinen nicht kan gemahet werden/ ohne von Quaderstücken/ das ist von gehauenen Marmor- oder Sandsteinen/ so doch etwas kostbares seltenes und den Alten unbekanntes ist“²¹.

Wesentliches Merkmal der Gewölbe waren rundgemauerte Steine, die sich gegenseitig schwebend in der Luft hielten.²² In diesem Zusammenhang kam dem unterstützenden Wider-

lager für die Dauer der Wölbung Bedeutung zu.²³ Dennoch wurde das Widerlager bis in das 19. Jh. in der Regel dem Gewölbe nicht zugeordnet.²⁴ Die Definition der steinernen Gewölbe basierte vornehmlich auf Werksteinen,²⁵ die mit ihren Lagerfugen als keilförmige Steinformate auf einen Gewölbemittelpunkt ausgerichtet waren.²⁶ Die auf einen oder mehrere Gewölbemittelpunkte ausgerichteten Fugen stellten unter Bezug auf Vitruv das entscheidende Hauptmerkmal²⁷ für „wirkliche Gewölbe“²⁸ dar. Die schematische Fugen- und Keilsteinanordnung sowie die statische Beurteilung der Tonnengewölbe erfolgten dabei in der Regel an Hand eines Halbkreisbogens²⁹ (vgl. S. 270 ff.). Der Querschnitt als Ausgangspunkt aller statischen und konstruktiven Überlegungen hatte seine Ursache in der Überzeugung, dass das Gewölbe „nichts anders als ein verlängerter oder erweiterter Bogen [sei], so wie der Bogen nichts anders als ein Stück eines Gewölbes“³⁰ war.³¹

Bezogen auf die Bogenbetrachtung wurde die Fugenausrichtung auf einen gedachten Gewölbemittelpunkt als das Hauptmerkmal der Gewölbe angesehen. Im letzten Drittel des 18. Jh. verlagerte sich der Definitionsschwerpunkt von der Gewölbekonstruktion hin zu einer formalen Erfassung der Bogen- und Gewölbeformen. Die Gewölbekonstruktion als entscheidendes Kriterium der Gewölbe verlor an Bedeutung.³²

Parallel zu dieser Entwicklung bildete sich in der ersten Hälfte des 19. Jh. aus den Gewölben die massive Decke³³ heraus, die wiederum den Wänden im Sinne einer Steinpflasterung oder den liegenden Mauern zugeordnet wurde.³⁴

Danach wurde „jede massive Decke [...], welche wie die Bogen aus einzelnen Steinen dergestalt zusammengesetzt ist, daß sich dieselben durch gegenseitige Spannung im Gleichgewicht erhalten, [...] ein Gewölbe genannt“³⁵.

Teils unter Hinweis auf Vitruv wurden während des 18. Jh. die Gewölbeformen als sogenannte „Gewölbe-“³⁶ oder „Hauptgewölbearten“³⁷ zusammengefasst, wozu vornehmlich alle Kuppeln oder Kugelgewölbe, Tonnen- und Kreuzgewölbe gezählt wurden.³⁸ Gelegentlich wurden ebenso Spiegel- bzw. Muldengewölbe den Hauptgewölbearten zugeordnet³⁹ (vgl. S. 279 ff., 308 ff.). Das gestiegene Interesse an den Gewölbeformen war wesentlich geprägt durch die im 16. und 17. Jh. wachsende Möglichkeit, Volumen und Flächen durch geometrische Berechnungen erfassen zu können,⁴⁰ weshalb die Unterteilung in „regulier oder irregulier[e]“⁴¹ Formen Bedeutung zu kam. Die Gewölbeformen suchte man an Hand der geraden, gebogenen oder geschraubten Gewölbeachsen, aber auch danach, ob die Gewölbeformen gestaucht oder gestreckt waren zu differenzieren.⁴² Entsprechende Berechnungsformeln für die Gewölbevolumen wurden zu Beginn des 18. Jh. veröffentlicht.⁴³

In der zweiten Hälfte des 18. Jh. bildeten sich zwei,⁴⁴ respektive drei⁴⁵ Gewölbeunterteilungen bzw. Hauptklassen heraus. Unterschieden wurden einerseits in die sogenannten „einfachen Gewölbeformen“⁴⁶ mit einer ungestörten Achsenausrichtung (Tonnengewölbe oder Kuppel) und andererseits die „zusammengesetzten Gewölbeformen“⁴⁷, die aus verschiedenen

Bogen oder Gewölbeteilen bestanden (Spitzbogen oder Kreuzgewölbe). Wenn auch nicht kontinuierlich, so wurde als dritte Gewölbekategorie das scheinrechte Gewölbe angeführt, für dessen Herstellung, stärker noch als für die ersten beiden Gewölbeformen, Keilsteine als Voraussetzung hervorgehoben wurden.⁴⁸

Der Zuordnung der Gewölbeformen nach mehr oder weniger sinnvollen Kriterien war während der zweiten Hälfte des 18. Jh. aber auch in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. für die Gewölbeerfassung sehr wichtig. Beispielsweise wurden alle Kuppelgewölbe als Formen definiert, „die für sich ein ganzes ausmachen“⁴⁹ und dem Tonnengewölbe als sogenanntes ausgerichtetes Gewölbe mit Anfang und Ende gegenübergestellt.⁵⁰ Ausgehend von den Gewölbeachsen⁵¹ erfolgte die Betrachtung der Gewölbeform zunehmend als ein Rotationskörper. Eine um die Vertikalachse gedrehte Bogenlinie ergab eine Kuppel, während das Tonnengewölbe aus einem Teilstück, einer um die Horizontalachse gedrehten Bogenlinie hergeleitet wurde.⁵² Auch Fächergewölbe konnten sich so auf eine rotierende Bogenlinie zurückführen lassen, in der Bogenteile um eine äußere Achse gedreht wurden. Basierend auf Teilstücken der Rotationskörper ließen sich nun diverse zusammengesetzte Gewölbeformen kombinieren.⁵³ Seite an Seite zu dieser Herleitung der Gewölbeform wurden Teile geometrischer Grundformen wie zylindrische, konische, sphäroidische oder konische Formen kombiniert.⁵⁴ Ebenso wurden die Gewölbeformen in Linien zerlegt, die sich aus Grundriss und Querschnitt ergaben. Darüber hinaus wurde teils zwischen geschlossenen krummen Linien, wie Ovalen, Ellipsen⁵⁵ und offenen krummen Linien wie Parabeln, Hyperbeln und Kettenlinien unterschieden.⁵⁶

Ein weiterer Versuch die einzelnen Gewölbeformen zu erfassen, basierte in der ersten Hälfte des 19. Jh. auf unterschiedlichen Definitionen von Kappen und Wangen. Ausgehend von einem durch Diagonalen geviertelten Tonnengewölbe entstanden zwei unterschiedliche Gewölbeteile. Zum einen die sogenannte Kappe, die sich dadurch auszeichnete, dass die Gewölbeform zum Auflager hin sich stetig verjüngte, während die sogenannten Wangen zum Auflager hin immer größer wurden. Diese definierten Merkmale dienten zur Differenzierung der zusammengesetzten Gewölbe, wonach beispielsweise ein Kreuzgewölbe aus mehreren Kappen sich zusammenfügte, unterdessen sich Mulden-, Klostersgewölbe oder Kuppeln aus sogenannten Wangen zusammensetzten.⁵⁷ Die Differenzierung einzelner Gewölbeteile war gleichzeitig verbunden mit einer konstruktiv-statischen Beurteilung. Wangengewölbe benötigten demnach wegen der großen Auflagerfläche keine oder nur geringe Unterstützung durch Widerlager.⁵⁸ Im Gegensatz dazu wurden die Grate oder Rippen der Kappengewölbe als „Zwischenwiderlager“⁵⁹ interpretiert, von denen Lasten in die Hauptwiderlager weitergeleitet wurden,⁶⁰ und sich eine Lastbündelung ergab. Das Bemühen, die Gewölbe über die Gewölbeform allgemeingültig zu definieren und die verschiedenen Gewölbeformen in ein Ordnungsschema einzubinden, blieb erfolglos.

5.1. GEWÖLBESTABILITÄT

Um die Gewölbestabilität zu erfassen, wurden empirische Untersuchungen an eingestürzten Gewölben und Modellversuche gemacht.⁶¹ Einen großen Stellenwert besaßen jedoch die vielfältigen graphischen sowie mathematischen Berechnungen.⁶² Dabei wurden in der Regel Hypothesen aufgestellt, die durch die jeweiligen Versuchs- und Berechnungsergebnisse gestützt werden sollten. Das Angebot vager und widersprüchlicher Theorien war bis in das 19. Jh. hinein bezeichnend.⁶³ Wenngleich die wissenschaftliche Nachprüfbarkeit auch für die Gewölbetheorien stärkere Beachtung fand, blieben die sogenannten „Keilstein-“⁶⁴ oder „Fugenschnitttheorien“⁶⁵ mit dem Gewölbekeil als entscheidendes Stabilitätskriterium⁶⁶ den gesamten Untersuchungszeitraum über dominierend. Gewölbetheorien oder Erklärungsmodelle, die wesentlich vom Gewölbekeil und dem eng verbundenen Halbkreisbogen als Ideal abwichen, wie die Theorie der Kettenlinie (vgl. S. 282), fanden so gut wie keine Akzeptanz.⁶⁷ Auch wenn die Stabilitätsvorstellungen der „Theorie der Keile“⁶⁸ ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. bezweifelt wurden und sich nicht nachweisen ließen⁶⁹, galten die Keilsteintheorien für die Gewölbekonstruktion und Standsicherheit als immanent.

Beispielsweise wurde die konstruktive Gewölbebeschreibung des Fachbuchs „Lehrbuch der Höheren Baukunst für Deutsche. Leipzig 1828. Bd. 1.“ von K. M. Heigelin mit dem hohen Stellenwerts des Steinschnitts und der auf ein Zentrum ausgerichteten Fugen für die Gewölbekonstruktionen eingeleitet. In den sich anschließenden Konstruktionsbeschreibungen fand der Gewölbekeil jedoch keine Erwähnung mehr.⁷⁰ Eine kritische, distanzierte und offen deutlich gemachte Haltung gegenüber den Keilsteintheorien vollzog sich in der Mitte des 19. Jh., so dass es über die Keilsteintheorien hieß:

„Wir wollen uns mit diesen Werken einer Periode der Baukunst, in der die Construction in ihrer eigentlichen Wesenheit so wenig erkannt wurde, nicht aufhalten, sondern der Hoffnung leben, daß die jetzt so sichtbaren Fortschritte in der Anwendung statischer Grundsätze auf die Constructionen uns vor einem Rückfalle in die unnatürlichen Künsteleien eines Zeitalters Ludwig XIV. bewahren werden“⁷¹.

Idealgewölbe

Konstruktive Grundlage aller Keilsteintheorien war die bereits bei Vitruv angeführte Erkenntnis, wonach keilsteinförmige Steinformate ein Herausfallen aus einer bogenförmigen Wölbung verhinderten.⁷² Damit erhielt der Gewölbekeil eine stabilisierende Wirkung,⁷³ die sich durch den Einsatz von „Hau-“⁷⁴ oder „Schnittsteinen“⁷⁵ vermeintlich noch verstärken ließ. Gewölben aus keilsteinförmigen Werksteinen wurde damit bis in das 19. Jh. die höchste stabilisierende⁷⁶ aber auch die „wertvollste“⁷⁷, repräsentativste mögliche Wirkung überhaupt zugeschrieben. Von der stabilisierenden Wirkung der keilförmigen Werksteine war man so überzeugt, dass teils die Vorstellung bestand, bei keilförmigen Werksteinen die ansonsten ebenfalls wichtige Gewölbeform für die Standsicherheit völlig vernachlässigen zu können.⁷⁸

Ein wichtiger Aspekt der Keilsteintheorien ging von einer gleichmäßigen Aufteilung der einwirkenden Kräfte auf die beiden Stoßflächen aus.⁷⁹ Dem lag die Vorstellung zu Grunde, bei zunehmender Krafteinwirkung „desto höher [...] die keilförmigen Steine“⁸⁰, d.h. eine größere Gewölbestärke anzulegen. In Abwandlung dieser Theorie wurden Gewicht, Form und Größe der Steine unterschiedliche Einflüsse zugeschrieben, die dann entsprechend zu berücksichtigen waren.⁸¹ Insbesondere bei Werksteinkeilen hielt man eine sorgfältige Steinfügung für eine vermeintliche Druckreduzierung als unverzichtbar.⁸² In der Regel wurde dennoch von einer einheitlichen Keilsteinhöhe für die gesamte Wölbung ausgegangen.⁸³

Unter den Gewölbekeilen besaß der „Schlußstein“⁸⁴ oder „Schluß“⁸⁵ im Gewölbescheitel eine herausragende Stellung. Dies war zum Einen auf den Umstand zurückzuführen, dass der Schlussstein als letzter Stein in die Bogen oder Gewölbe eingesetzt wurde,⁸⁶ und zum anderen zeigten sich Risse meist zuerst im Gewölbescheitel.⁸⁷ Dem Schlussstein wurde innerhalb des Gewölbebogens eine Last verteilende Wirkung zugeschrieben, der die übrigen Keile stützen würde.⁸⁸ Einen Anhaltspunkt für die besondere Wirkung des Schlusssteins sah man in der Projektion der Gewölbekeile auf den Grundriss. Die Projektion der verzerrt bzw. verkürzt abgebildeten Gewölbekeile war gleichzeitig Ausdruck der statischen Wirkung.⁸⁹ Da die Verzerrung des Schlusssteins am geringsten war, kam ihm mit der größeren Projektion auch die größere statische Bedeutung zu. Ein weiterer Einflussfaktor der Gewölbestabilität wurde im Gewicht des Schlusssteins gesehen. Bis in das 19. Jh. wurde dem Schlussstein eine den Seitendruck kompensierende Wirkung zugeschrieben,⁹⁰ weshalb er insbesondere für lange und flache Gewölbe hoch und schwer ausfallen sollte.⁹¹ In Gegensatz dazu wurde gelegentlich in einem schweren Schlussstein eine Gefährdung des angenommenen Kräftegleichgewichts der Wölbung gesehen.⁹² Entsprechend fand die mittige Ausrichtung des Schlusssteins auf den Gewölbe- oder Bogenmittelpunkt besonderes Gewicht.⁹³

Die angenommene Gewölbestabilität galt mit den Gewölbekeilen als sichergestellt, bei denen die Fugen jeweils auf einen gedachten Gewölbe- oder Bogenmittelpunkt ausgerichtet waren. Besonders prädestiniert war der Halbkreisbogen, weil nur ein Mittelpunkt eingehalten werden musste. Übereinstimmend galt der Halbkreisbogen während des gesamten Untersuchungszeitraums als die stabilste Bogen- und Gewölbeform schlechthin.⁹⁴ Die Bedeutung der Keilsteine bzw. der ausgerichteten Fugen für die Gewölbestabilität war fließend. Eine wesentliche Ursache bestand in der angenommenen Kraftübertragung der einzelnen Gewölbe- steine. Bereits seit dem 17. Jh. existierten Theorien, die dem einzelnen Gewölbekeil einen Schwerpunkt zuordneten, von dem aus die einwirkende Kraft auf die Fugen übertragen wurde.⁹⁵ Den angenommenen Kraftverlauf innerhalb des Gewölbebogens bestimmte man orthogonal zur Tangente auf die Bogenform⁹⁶ als „Directionsrichtung“⁹⁷. Um die Kraftübertragung zwischen den einzelnen Gewölbekeilen sicherzustellen, war die gesamte Fugenfläche rechtwinklig auf den angenommenen Kraftverlauf anzunehmen.⁹⁸ Durch Einhaltung der ortho-

gonal zum Kraftverlauf ausgerichteten Fugen sah man die Möglichkeit, den erwarteten Seitendruck in seinem Verlauf beeinflussen zu können.⁹⁹ Damit die angenommene Kraftübertragung in den Fugen nicht gestört und beeinträchtigt wurde, waren Gewölbe ohne Mörtel herzustellen.¹⁰⁰ Als die am stärksten gefährdeten Fugen wurden in der Regel die im Scheitel, sowie die in den Auflagern angegeben,¹⁰¹ wenngleich empirische Untersuchungen eingestürzter Gewölbe dies nicht belegten.¹⁰²

5.1.1. STANDSICHERHEIT

Den Kenntnisstand zur Gewölbestabilität Anfang des letzten Drittels des 18. Jh. beschrieb der Berliner Gelehrte Silberschlag so:

„Wir [sind] noch nicht weiter gekommen, als daß wir nunmehr die beste Gewölbelinie anzugeben wissen. In Ansehung der Breite der Bogen und Stärke der Widerlagen tapen wir noch immer im Finstern herum, und jedweder Architekt ersinnet sich nach seiner Vorstellung, die er sich vom Drucke und Gegendrucke der einzelnen Theile der Wölbung machet, seine eigene Methode, der er folgt. Bald verschiebet man den Mittelpunkt der Schwere an diesen, bald wieder an einen andern Ort: bald ersinnet man sich Directionslinien des Druckes, deren Wirklichkeit mit nichts bewisen wird: bald behandelt man das Gewölbe wie einen Hebel, bald wieder wie einen Keil: bald wieder nach den Gesetzen der Beugung elastischer Springfedern: bald setzt man Erfahrungen voraus, in welchen nichts entscheidendes enthalten ist. Diejenigen gehen doch den sichersten Weg, welche sich nach solchen Gewölben umsehen, die einige Jahrhunderte hindurch stehen geblieben, und selbige nachahmen“¹⁰³.

Obwohl in Spanien, Italien, Frankreich, England und Schweden während des 17., 18. und frühen 19. Jh. europaweit beachtete Gewölbetheorien und Erklärungsversuche entwickelt worden waren,¹⁰⁴ standen zuverlässige, anwendungsorientierte Gewölbetheorien nicht zur Verfügung. Die entwickelten Theorien waren widersprüchlich und häufig kaum oder nicht nachvollziehbar. Die Verfasser dieser Theorien wurden um 1800 beispielsweise als „keine Kenner oder nur unzureichende Gelehrte [beschimpft], die nur trachteten die Phänomene ihren Theorien anzupassen“¹⁰⁵.

Ebenso wurden seit der zweiten Hälfte des 16. Jh. Erklärungsversuche zur Wirkung der Kräfte, der Biegung und zur Festigkeitslehre entwickelt,¹⁰⁶ ohne dass sich daraus allgemeingültig anerkannte Last- und Kraftvorstellungen heraus gebildet hatten.¹⁰⁷ Besondere Bedeutung besaß die Resultierende mit hohem Horizontalkräfteanteil, die als „Gewölbedruck“¹⁰⁸, „Schub“¹⁰⁹ oder „schiefer Druck“¹¹⁰, häufig als Ursache für Zerstörungen und Schäden verantwortlich gemacht und gefürchtet wurde. Auch wenn die Resultierende in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zunehmend in horizontale und vertikale Kräfte aufgeteilt wurde,¹¹¹ so wurde die Differenzierung in „Horizontalkräfte“¹¹² und senkrechte „simple“¹¹³ Kräfte erst in der Mitte 19. Jh. selbstverständlich. Die Resultierende wurde als eine Kraft beschrieben, die das „Bestreben“¹¹⁴ hatte, sowohl Widerlager als auch das Gewölbe umzuwerfen. Um die Kraftwirkung eines Gewölbes bildhaft zu erklären, wurden zum Beispiel zwei Menschen angeführt, die im Gedränge einen dritten zwischen sich hielten.¹¹⁵



Abb.166 Kragsschichten unterhalb des Pendentif eines Pendentifgewölbes, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63), in Potsdam-Neuer Garten.

Ein wesentlicher Aspekt für die Gewölbestabilität war, dass die „Richtungslinie [der Gesamtheit aller Schwerpunkte] nicht über ihre Fußfläche hinaus falle“¹¹⁶. Der Verlauf der Kraftlinie wurde teils in Abhängigkeit der Gewölbeform, teils in Bezug zum Schwerpunkt des einzelnen Gewölbesteins als auch des gesamten Gewölbegewichts gesetzt.¹¹⁷ Alle diese Erklärungen waren immer wieder durch Keilsteintheorien überlagert.

Die empirischen Untersuchungen eingestürzter Gewölbe ergaben in der Regel eine Viertelung der Gewölbebogen.¹¹⁸ Dabei ließ sich als Besonderheit feststellen, dass die beiden unteren Bogenteile im Gegensatz zu den oberen in ihrer Position weitgehend unverändert blieben.¹¹⁹ Da dieses Phänomen sich durch die Keilsteintheorien nicht erklären ließ, entstand während des 18. Jh. basierend auf gesammelten Erkenntnis und Erfahrungen eine statische Gewölbebeurteilung, bei der die unteren Gewölbebogen zunehmend den Widerlagern zugeordnet wurden.¹²⁰ Eine stärkere statische und konstruktive Beachtung fand dieses neue statische Verständnis jedoch erst in der zweiten Hälfte des 18. Jh.¹²¹ Größere Akzeptanz fand diese Sichtweise während der ersten Hälfte des 19. Jh.¹²²

Den beiden unteren Gewölbestücken wurde eine stützende Funktion der Widerlager zugeordnet,¹²³ während die beiden oberen Bogenabschnitte sowohl als schiebende Gewölbeteile¹²⁴ aber auch als ein schwebendes Sprengwerk analog einem Spannriegel oder gebogenen Streben¹²⁵ Ende des 18. Jh. definiert wurden.

Ausgehend von einem Halbkreisbogen mit festgelegten Bruchstellen im Scheitel sowie zu beiden Seiten im 45°-Winkel, war nach Theorie der gebogenen Streben der „schwächste Punkt, in der Mitte“¹²⁶ der Strebe mit 67,5° anzunehmen, der daher nicht belastet werden sollte.¹²⁷ In Abstimmung auf diverse Gewölbeformen wurden beispielsweise zu dieser Theorie gleichzeitig Formeln mit angeführt, um den angenommenen Spannriegel berechnen zu können.¹²⁸ Die beiden oberen Gewölbebogenstücke wurden gelegentlich auch zusammengefasst. Während der ersten Jahrzehnte des 19. Jh. wurde häufiger die Ansicht vertreten, durch einen verkürzten oberen Bogenabschnitt den Anteil des Gewölbeschubs wesentlich reduzieren zu können.¹²⁹ Ebenso wurden die unteren Bogenabschnitte auch konstruktiv stärker dem Widerlager zugeordnet. Ein anschauliches Beispiel dafür ist die Kuppel im Alten Museum (1823/29) in Berlin. Bis zur halben Kuppelhöhe erfolgte die Ausführung mit üblichen Ziegeln, die mit einem vollständigen Sandsteinring abschloss.¹³⁰ Danach wurde der dem Gewölbe zugeordnete obere Kuppelteil mit Leichtziegeln fortgeführt¹³¹ (vgl. S. 322).

Eine weitere konstruktive Umsetzung der als Widerlager aufgefassten unteren Gewölbebogen bestand in überkragenden horizontalen Steinschichten. Solche Kragsschichten wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. allmählich eingesetzt, um die konstruktiven Spannweiten und den erwarteten Seitenschub zu reduzieren¹³² (Abb. 166). Trotz der wachsenden konstruktiven Akzeptanz wurden Kragsschichten gestalterisch abgelehnt.¹³³

In der ersten Hälfte des 19. Jh. verbreitete sich die bis heute gültige Vorstellung, bei einer halbkreisförmigen Wölbung Kragsschichten unterhalb eines Winkels von 30° als günstigste Variante den Seitendruck zu reduzieren.¹³⁴ Den Kragwölbungen wurden nur vertikal wirkende Kräfte zugeordnet.¹³⁵ Beispielsweise wurden die Gurtbogen der Kellergewölbe im Berliner Neuen Museum (1841/55), Bodestraße, mit drei überkragende Ziegelschichten begonnen, bevor die Bogenwölbung mit ausgerichteten Steinen folgte.

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. beeinflussten die vom süddeutschen Georg Moller bekannt gewordenen Kragwölbungen die Gewölbekonstruktionen. Für die Treppenhausegewölbe des Mainzer Stadttheaters sowie für die Wölbungen im Palais des Prinzen Karl von Hessen in Darmstadt¹³⁶ entwarf er Pendentifgewölbe, deren Zwickel aus horizontalen, überkragenden Ziegelschichten aufgebaut waren (vgl. S. 324 ff.). Beabsichtigt war, das Widerlager gegenüber der Wölbung zu verstärken. Zwickel und umgebende Wände wurden in einem zusammenhängenden Mauerverband errichtet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass das Widerlager durch die überhängenden Zwickel bestrebt war, sich nach innen zu neigen, wodurch der Druck gegen über den zentral ausgerichteten Wölbsschichten der Kuppel noch erhöht wurde.¹³⁷ Ein weiteres Beispiel einer Kragwölbung im unteren Gewölbeteil war der Entwurf für den Wiederaufbau der abgetragenen Kirche St. Sion in Köln.¹³⁸

Kragsschichten wurden vor allem für Gurtbogen,¹³⁹ Kuppeln,¹⁴⁰ Tonnengewölbe¹⁴¹ aber auch für Topf- oder Leichtziegelwölbungen vorgeschlagen, beispielsweise mit der Absicht kostenintensive Eisenanker einzusparen.¹⁴² Die Kragsschichten wurden darüber hinaus auch genutzt, um abgeschrägte gleichmäßigere Gewölbeauflager herzustellen, mit denen sich der Gewölbebogen in Verlauf der Drucklinie leichter einpassen ließ.¹⁴³

Eine weitere Folge des neuen statischen Gewölbeverständnisses bestand darin, das Widerlager aus Auflager, Kämpfer und unterem Gewölbebogen zu hinterfüllen bzw. zu hintermauern. Dadurch ließen sich ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. gezielt Widerlager verstärken und der Seitendruck kompensieren.¹⁴⁴ Vorbildfunktion für diese Stabilisierungsmaßnahme besaßen sowohl als bombensicher eingestuftes Gewölbe (vgl. S. 294 ff., 302) als auch mittelalterliche Gewölbekonstruktionen.

Bezeichnet wurden diese Sicherungsmaßnahmen als „Hintermauerungen“¹⁴⁵, „Hinterfüllungen“¹⁴⁶, „Satzmauern“¹⁴⁷, „Nachmauerungen“¹⁴⁸ oder ausgefüllte „Zwischenräume“¹⁴⁹. Die dadurch entstehende Lastverteilung wurde vereinzelt mit der Kettenlinie verglichen.¹⁵⁰ Zusätzlich bestand die Vorstellung, durch das Hinterfüllen ein Ausbauchen der Wölbung¹⁵¹ und das Einnisten von Mäusen und Ratten¹⁵² zu unterbinden. Anstelle vollständiger Hintermauerungen oder Hinterfüllungen wurden auch sogenannte „Spornmauern“¹⁵³, „Contre Forts“¹⁵⁴, „Strebemäuerchen“¹⁵⁵ oder „Strebemauern“¹⁵⁶ in gleichmäßigen Abständen angelegt,¹⁵⁷ wie sie auch bei den Stützmauern eingesetzt wurden (vgl. S. 339 ff., 350 ff.).

Während der ersten Hälfte des 19. Jh. durchgeführte Versuchsreihen belegten die kompensierende Wirkung des Seitendrucks¹⁵⁸ und machten das Hinterfüllen und Hintermauern zu einem wichtigen Instrument, um die Gewölbestabilität zu beeinflussen.¹⁵⁹ Als Versuchsreihe wurden beispielsweise halbkreisförmige und gedrückte Gewölbebogen aus drei Kreisradien mit und ohne Hintermauerung errichtet und zum Einsturz gebracht. Während das hintermauerte Halbkreisgewölbe nur im Scheitel versagte, brach der Halbkreisbogen ohne Hintermauerung im Winkel von 30°. Der hintermauerte gedrückte Bogen versagte bei 60°, hingegen stürzt der Bogen ohne Hintermauerung zwischen 45° bis 55° ein.¹⁶⁰

Hinterfüllt wurde häufig mit Feldsteinen, Ziegeln, Ziegelbruch oder sonstigen festen Materialien,¹⁶¹ die mit einem flüssigen Mörtel vergossen wurden.¹⁶² Ebenso wurde trockener Sand oder Erde verdichtet,¹⁶³ was teilweise unter Hinweis auf historische Gewölbe als besonders vorteilhaft bewertet wurde.¹⁶⁴ Ein günstigster Zeitpunkt die Hinterfüllung einzubringen, wurde einerseits zeitgleich zur Gewölbeerrichtung und andererseits nach Gewölbefertigstellung und Entfernen der Schalung angeführt.¹⁶⁵ Die preiswertere Ziegelherstellung begünstigte in der ersten Hälfte des 19. Jh. das Hintermauern mit Ziegeln.

Höhenangaben, bis in welche jeweils hinterfüllt bzw. hintermauert wurde, variierten, obwohl der Höhe ein sehr hoher Stellenwert für die Wirkung der Hintermauerung beigemessen wurde. Die Angaben reichten von „gewisse[r] Höhe“¹⁶⁶ über ein Viertel,¹⁶⁷ ein Drittel¹⁶⁸, die Hälfte¹⁶⁹, fünf Sechstel¹⁷⁰ bis zur vollständigen Gewölbehöhe.¹⁷¹ Teils wurde eine Höhe in Abhängigkeit der Gewölbeform teils bis zum schwächsten Gewölbepunkt, der stärksten Krümmung angenommen.¹⁷²

Beeinflusst durch ein neues statisches Gewölbeverständnis, das sich weitgehend von den Keilsteintheorien gelöst hatte, wurden zusätzliche Lasten in der Gewölbemitte vermieden, die Gewölbestärke als auch das Steingewicht zum Scheitel hin möglichst reduziert.¹⁷³ Ebenso wurden die Gewölbeanfänge auf ein schräges Auflager geführt, das u.U. aus Kragsschichten errichtet in den Kämpfer überging.¹⁷⁴

BRUCHSTELLEN

In der Betrachtung eines Halbkreisbogens wurden die schwächsten Punkte, die sogenannten „Schwächen“¹⁷⁵ oder „Brech-“¹⁷⁶ und „Bruchfugen“¹⁷⁷ eines solchen Bogens im Gewölbescheitel¹⁷⁸ aber auch in der vermeintlich stärksten Gewölbekrümmung im Winkel von 45° festgelegt.¹⁷⁹ Die Vierteilung¹⁸⁰ ließ sich durch fünf Punkte des Gewölbebogens, bestimmen.¹⁸¹ In der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden diese schematische Bogenvierteilung sowie die angenommenen Bruchstellen zunehmend angezweifelt.¹⁸² Gleichzeitig wurden schwache Widerlager als alleinige Schadensursache nicht mehr als ausreichend angesehen. In die Erfassung und Beurteilung der Bruchstellen wurden ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. sowohl äußerlich einwirkende Kräfte, Widerlager, Gewölbeformen, Baustoffe und Gewölbestärke

mit einbezogen.¹⁸³ Daraus ergab sich eine komplexe Analyse der Schadensursachen und eine Zuordnung unterschiedlicher Schadensbilder, so wie sie in Abbildung 167 zusammengestellt wurden. Die Bruchstellen wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. basierend auf empirischen Untersuchungen je nach Gewölbeform mit Winkeln zwischen 30°¹⁸⁴ und 40°¹⁸⁵ angegeben. Bei solchen empirischen Betrachtungen nahmen die Keilsteintheorien eine untergeordnete Stellung ein. Der Schlussstein büßte seine statische Vorrangstellung ein.¹⁸⁶ Eine im Scheitel angenommene Fuge¹⁸⁷ wurde im 19. Jh. als Gelenk¹⁸⁸ aufgefasst, auf das die beidseitigen Gegenwirkungskräfte der Bogen wirkten,¹⁸⁹ in dem jedoch keine Vertikallasten wirken konnten.¹⁹⁰ Gelegentlich wurde in der Absicht, die Tragfähigkeit zu erhöhen, eine Scheitelfuge und eine gerade Keilsteinanzahl vorsehen.¹⁹¹ Hier stießen die statischen Überlegungen an die Grenzen, die durch die Keilsteintheorien vorbestimmt waren. Die Absicht, Gewölbe und Bogen mit einer geraden Anzahl an Gewölbekeilen ohne einen Schlussstein anzulegen, wurde vehement abgelehnt¹⁹² und am Schlussstein, sowie der ungeraden Keilsteinanzahl als wesentliches Merkmal der Gewölbebogen wurde bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. festgehalten.¹⁹³

GLEITEN

Die Untersuchung eingestürzter Gewölbe oder Bogen ließ an den unteren Bogenteilen Dreh- und Dehnbewegungen erkennen, die mit den Keilsteintheorien nicht erklärt werden konnten. Eingebunden in die Keilsteintheorien wurde in der ersten Hälfte des 18. Jh. ein Gleiten der Gewölbekeile angenommen, das insbesondere beim Ausschalen, ausgelöst durch ein geringfügiges Setzen, befürchtet wurde.¹⁹⁴ Um dieses vermeintliche Gleiten zu verhindern, wurde der Reibungswiderstand der einzelnen Gewölbesteine angeführt.¹⁹⁵ Den Reibungswiderstand meinte man aus dem spezifischen Steingewicht¹⁹⁶ und gelegentlich aus der Fugenfläche¹⁹⁷ ermitteln zu können. In Folge dessen galten schwere Werksteine als weniger gleitanfällig als die leichteren Ziegel. Ein Fugenmörtel wurde bei den Werksteinen wegen der angenommenen aufhebenden Wirkung der Reibung als schädlich dargestellt, während bei den Ziegelgewölben, entgegen den Keilsteintheorien, die angenommene Mörtelfestigkeit für die Gewölbestabilität als ausschlaggebend beurteilt wurde.¹⁹⁸

Wenngleich weder die angenommene Reibung noch das Gleiten von den Werksteinen auf die Ziegelgewölbe übertragen werden konnten, so blieben Reibung und Gleiten als Erklärungsmuster für die Standsicherheit oder den Einsturz von Gewölben bis in das 19. Jh. sehr wichtig. Die angenommenen Ursachen für das Gleiten als auch die der entgegenwirkenden Reibung waren diffus und bezogen sich nicht unbedingt auf den einzelnen Gewölbestein. Teils wurde darunter ein nicht näher definierter Schub auf die Gewölbe- bzw. Bogenform verstanden.¹⁹⁹

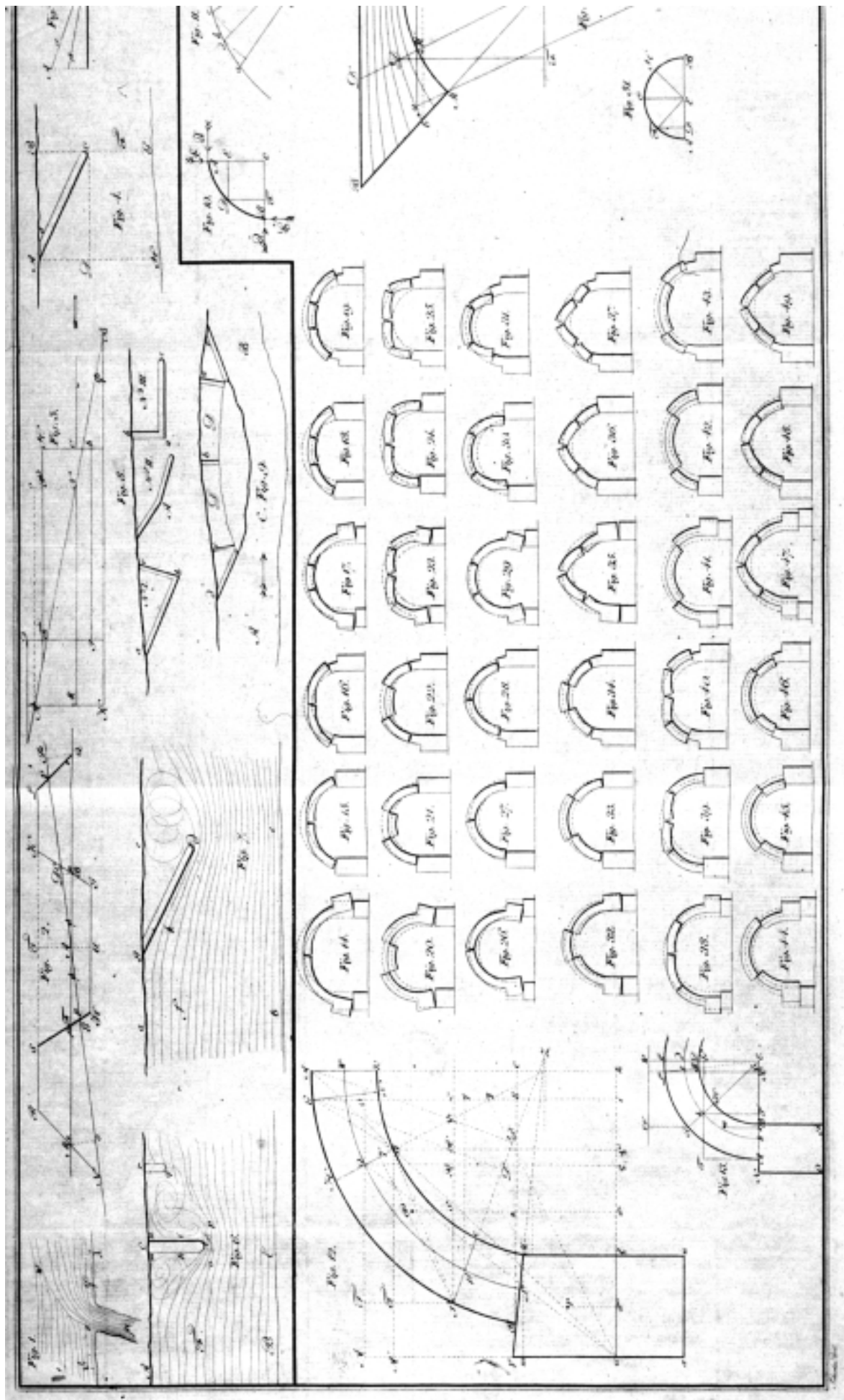


Abb. 167 Schulz 1808. Tafel XXIV. In einer exakten Auflistung eingestürzter Bogen und Gewölbe wurde versucht dem jeweiligen Schadensursachen zuzuordnen. Gleichzeitig blickten die Keilsteintheorien durch die wachsende empirische Schadenserkennung an Einfluss ein.

Als eindeutige Ursache der Dehnung und des Gewölbebruchs wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. fehlende Widerlager ausgemacht. Das vermeintliche Gleiten der Gewölbekeile, bzw. eine ungenügende Reibung oder fehlende Mörtelkohäsion schieden aus.²⁰⁰ Die Drehung der unteren Bogenteile wurde mit den in der Gewölbemitte wirkenden Lasten und der Hebelarmwirkung erklärt.²⁰¹ Ein Gewölbeeinsturz wurde demnach durch versagende Widerlager ausgelöst, wodurch sich die brechenden Bogenstücke drehen und abglitten.²⁰² Als weitere Ursache wurden zu schwach ausgelegte Gewölbestärken bzw. zu große Lasten angeführt.²⁰³ Bedingt durch die statische Einbeziehung der unteren Gewölbeteile zum Widerlager wurde das Gleiten in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend nur noch auf die oberen Gewölbeteile bezogen²⁰⁴ (vgl. S. 292 ff.).

GEWICHTSREDUZIERUNG

Bereits im 16. und 17. Jh. war die vorteilhafte Wirkung bekannt, durch ein geringeres Gewölbegewicht den gefürchteten Seitenschub reduzieren zu können.²⁰⁵ Eine aktive Umsetzung erfolgte während des 18. Jh., wobei Auslöser für diese Entwicklung die Entdeckung leichter, historischer Gewölbe war, wie die 1739 entdeckten Gewölbe in Volterra.²⁰⁶ Die dortigen Gewölbe bestanden aus poröser Lava oder Bimsstein. Ein anderes antikes Beispiel waren die leichten Gußgewölbe in der Villa des Cardinal A. Albani in Rom, für deren Herstellung Schlacken als Zuschlag eingesetzt worden waren.²⁰⁷ Versuche und Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, durch eine zunehmende Gewichtsreduzierung, vor allem in der Gewölbemitte den Seitenschub verringern zu können. Eine der wichtigsten Erklärungen bestand darin, den Gewölbebogen als Hebelarm zu verstehen, so dass sich die Kraftwirkung mit zunehmender Entfernung vom Gewölbeauflager verstärkte.²⁰⁸ Durch eine mittige Gewichtsreduzierung ließ sich die durch den Hebelarm potenzierte Kraftwirkung reduzieren. Obwohl sich diese Erkenntnis mit den Keilsteintheorien nicht in Einklang bringen ließ, erhielten leichte Gewölbesteine, insbesondere Leichtziegel, Hohlsteine, Schlacken²⁰⁹ bzw. leichtere Bruch- bzw. Werksteine²¹⁰ für die Gewölbeherstellung ab dem letzten Drittel des 18. Jh. eine immer größere Bedeutung.²¹¹ Die Motivation für die praktische Umsetzung lag vor allem darin, Einsparungen bei den Widerlagern durchführen zu können.²¹² Eine der ersten größeren ausgeführten Leichtziegelwölbungen in der Mark waren die Kreuzgewölbe der Friedrichswerderschen Kirche in Berlin-Mitte (1824-30). Neben den Leichtziegeln wurden Gewölbe auch aus vergossenen Hohlsteinen eingesetzt, wie bei der Hohlsteinkuppel des Mausoleums auf dem Friedhof der Dreifaltigkeitskirche in Berlin-Kreuzberg (1834) (vgl. S. 325). Für leichte Segmentbogenwölbungen wie im Neuen Museum in Berlin (1841/55) wurden sowohl Leicht- als auch Hohlziegel eingesetzt.²¹³

Nach den Keilsteintheorien ließ sich die Gewölbestabilität durch eine Verstärkung gerade im Scheitelbereich erhöhen.²¹⁴ Im Widerspruch dazu²¹⁵ standen angestellte Überlegungen in

den ersten Jahrzehnten des 18. Jh. die Gewölbestärke zum Gewölbescheitel hin zu verringern,²¹⁶ um damit den Gewölbedruck zu reduzieren. Daher verwundert es nicht, wenn reduzierte Gewölbestärken zum Scheitel hin bei den meisten ausgeführten Gewölben während des 18. Jh. und frühen 19. Jh. so gut wie nicht beachtet wurden²¹⁷ (vgl. S. 289 ff.). Für die Akzeptanz reduzierter Gewölbestärken förderlich waren genauere Untersuchungen anerkannter historischer Bauwerke wie das römische Pantheon.²¹⁸

Die statischen Vorteile der im Scheitel verringerten Gewölbestärken wurden im letzten Drittel des 18. Jh. insbesondere für gedrückte Gewölbeformen angeführt.²¹⁹ In den Regeln zur Festlegung der Gewölbestärke fand die zum Scheitel reduzierte Gewölbestärke jedoch erst im 19. Jh. Berücksichtigung.²²⁰ Belegt durch Versuchswölbungen wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. der Schub verstärkende Gewölbeteil auf 41° und aufwärts zum Gewölbescheitel genau eingegrenzt.²²¹ Ebenfalls zur Reduzierung des Gewölbedrucks wurden Vorstellungen entwickelt, wonach sich der Gewölbedruck im gleichen Verhältnis wie die verringerte Gewölbestärke reduzieren würden.²²²

Verknüpft mit der reduzierten Gewölbestärke kam der Materialfestigkeit eine noch größere Bedeutung zu, als sie schon zuvor bestand.²²³ Die zur Gewichtsreduzierung entwickelten Leichtgewölbe²²⁴ wandelten sich während des 19. Jh. zu den bevorzugten steinernen Brandschutzdecken²²⁵ (vgl. S. 339 ff.).

MATERIALEIGENSCHAFTEN

Auch wenn damit nicht den Keilsteintheorien entsprochen wurde, so waren Ziegel die bestimmenden Gewölbesteine während des 17., 18. und 19. Jh.²²⁶ Gewölbe aus Natursteinen,²²⁷ Stampf- und Mörtelsteinen stellten nicht nur in der Mark Ausnahmen dar.²²⁸ Werksteine wie Sandstein wurden in der Regel nur für einzelne Bogen- oder Gewölbesteine²²⁹ oder für technische Bauwerke wie Brücken²³⁰ eingesetzt. Der Gebrauch der Werksteine für stärker belastete, technische Bauwerke hing vor allem mit der während des 18. Jh. noch verbreiteten Ansicht zusammen, Ziegel würden bei größeren Belastungen versagen und zerquetscht werden.²³¹ Wenngleich Ende des 17. Jh. der Ziegel sowohl in seiner Festigkeit als auch in seiner Einsatzfähigkeit für Gewölbe dem Werkstein bereits vorgezogen wurde.²³² In ihrer stabilisierenden Wirkung wurden alle nicht als Werkstein bearbeiteten Natursteine geringer als Ziegelwölbungen beurteilt. Ähnlich wie bei den Mauern wurde die Stabilität der Bruchsteingewölbe basierend auf nicht näher definieren Versuchswölbungen Anfang des 19. Jh. für Bruchsteingewölbe um ein Viertel geringer beurteilt als Ziegelgewölbe.²³³

Wichtiger wurde im letzten Drittel des 18. Jh. die Druckbeständigkeit der einzelnen Gewölbesteine,²³⁴ ohne dass überprüfbare Angaben oder Vorstellungen zur Festigkeit vorhanden waren. Für die Gewölbeerrichtung wurden stärker noch als bei den Mauern „gute und dauerhafte Materialien“²³⁵ angemahnt,²³⁶ da bereits ein „einziger schlechter Stein [...] das

ganze Gewölbe wandelbar machen“²³⁷ kann. Im Unterschied zu den Mauern wurden während des gesamten Untersuchungszeitraums in der Regel die jeweils verfügbaren hochwertigsten Ziegelqualitäten²³⁸ eingesetzt.

Einen sehr hohen Stellenwert in der angenommenen Gewölbestabilität nahm die Bindefähigkeit des Mörtels ein. Diesem wurde eine den Gewölbeschub kompensierende Wirkung zugeschrieben, obwohl Mörtel zwischen den Gewölbesteinen nicht dem Gewölbeideal entsprach. Eine allgemeine Wertschätzung der Mörtelfestigkeit wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. auf die Gewölbe übertragen. Insbesondere dem Gipsmörtel wurde mit der Umschreibung seiner Bindefähigkeit als „Kohäsion“²³⁹ eine Seitendruck aufhebende Wirkung zugeschrieben, so

„dass ein solches Gewölb gleichsam von einem Stücke Steine, und derowegen sehr unbiegsam ist; ist aber das Gewölb unbiegsam, so kann es nicht zur Seite drücken“²⁴⁰.

Die den Seitendruck minimierende bzw. aufhebende Wirkung wurde zeitverzögert auch für den Kalkmörtel angenommen.²⁴¹ Es entstand Ende des 18. Jh. mit Ausnahme der Werksteingewölbe die Vorstellung, durch den Mörtel würde sich der angenommene Seitendruck bei Bruchsteinen auf die Hälfte und bei Ziegelgewölben auf ein Drittel im Vergleich zu einem Werksteingewölbe reduzieren.²⁴² Teils wurde die Ansicht vertreten, durch die festigende Mörtelwirkung theoretisch gänzlich auf stützende Widerlager verzichten zu können.²⁴³ Die Euphorie für stabilisierend eingestufte Mörtel war so ausgeprägt, dass die erzielbare Wirkung mit der monolithischen Wölbung des Grabmals Theodoerichs in Ravenna verglichen wurde.²⁴⁴ Trotz der Anerkennung der festigenden Wirkung wurde wegen der unzureichenden Erkenntnisse zur Mörtelfestigkeit sicherheitshalber auf eine Berücksichtigung bei der Gewölbestabilität verzichtet.²⁴⁵

Unabhängig von der tatsächlichen Wirkung der eingesetzten Mörtel, galten bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. mit Mörtel erstellte Gewölbe weitgehend in ihrem Seitendruck als reduziert,²⁴⁶ während Werksteingewölben ein ständiger Seitendruck unterstellt wurde.²⁴⁷ Die besondere Würdigung des Werksteins für Stabilität und Reduzierung des Seitenschubs im 18. Jh. hatte sich im 19. Jh. statisch in das Gegenteil verkehrt.

BOGEN- UND GEWÖLBEFORMEN

Die Beurteilung standsicherer Gewölbeformen erfolgte stellvertretend für einzelne Gewölbe bis in das 19. Jh. in der Regel an Hand des Gewölbequerschnitts²⁴⁸ bzw. der entsprechenden Bogenform.²⁴⁹ Für allgemeingültige, konstruktive und statische Überlegungen wurde der Halbkreisbogen als Teil eines Tonnengewölbes herangezogen. Statische Überlegungen, die auf einer dreidimensionalen Gewölbeform basierten, wurden erst in der zweiten Hälfte des 18. Jh. stärker beachtet. Der in der Regel betrachtete Gewölbebogen wurde innen (unten), und außen (oben) durch Gewöbelinien begrenzt.²⁵⁰ Die Gewöbelinie wurde auch als

„krumme Linie“²⁵¹ oder „Wölbungslinie“²⁵² bezeichnet. Teils wurde über die Längenverhältnisse der äußeren und inneren Gewölbelinien versucht, sowohl Gewölbestärke als auch eine angenommene Stabilität abzuleiten. Maßstab solcher Betrachtungen war selbstverständlich ein Halbkreisbogen,²⁵³ bei dem das Verhältnis von äußerer zu innerer Gewölbelinie mit drei zu zwei festgelegt wurde, wodurch sich beim Halbkreisbogen ein Viertel des Radius als Gewölbestärke ergab.²⁵⁴

Bereits im 17. Jh. wurde ein Zusammenhang zwischen dem Verhältnis einer zunehmenden Gewölbehöhe abhängig von der Gewölbebreite hergestellt, um den Seitendruck zu reduzieren.²⁵⁵ Umgekehrt war bei flachen, gedrückten Gewölben wie flachen Ellipsen oder Segmentbogenwölbungen wegen der geringen Gewölbehöhe von einem erhöhten Seitendruck auszugehen.²⁵⁶ Neben dieser allgemein anerkannten Erkenntnis wurden vereinzelt Berechnungen angestellt, um das Gegenteil zu beweisen.²⁵⁷ Damit der Seitendruck flacher Gewölbe abgemildert wurde und ebenso die Gewölbestabilität gewahrt blieb, wurde der Scheitel „überhöht“²⁵⁸. Die angenommene, Seitendruck reduzierende Wirkung einer proportionalen Gewölbehöhe wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. höher eingeschätzt als in der ersten Hälfte des 19. Jh.²⁵⁹

Spitzbogen

Spitzbogen galten bis auf wenige Ausnahmen²⁶⁰ als dauerhafte und stabile, sogar bombenfeste²⁶¹ Bogenform.²⁶² Die Stabilität der Bogenform wurde mit dem hohen Anteil senkrecht wirkender Kräfte bedingt durch die Bogenhöhe erklärt.²⁶³ Dem Spitzbogen kam die Bedeutung einer günstigen ökonomischen Wölbung zu,²⁶⁴ die nur geringere, notwendige Widerlager erfordert. Bezeichnet wurde der Spitzbogen sowohl als „gothisches Gewölbe“²⁶⁵, „Spitzgewölbe“²⁶⁶, „Eselsrücken“²⁶⁷ oder „Dos d'Ane“²⁶⁸, „arabischer Bogen“²⁶⁹ oder „Spitzbogen“²⁷⁰. In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde der Bogen u.a. als „altdeutsches Gewölbe“²⁷¹ bezeichnet. In der Regel wurde für die Bogenform von zwei „Cirkelstücken“²⁷², d.h. Teilstücken eines Kreises ausgegangen,²⁷³ deren Größe mit einem „Sechstel eines Cirkelbogens“²⁷⁴ bzw. mit einem einbeschriebenen, gleichseitigen Dreieck identisch war.²⁷⁵ Durch den größeren Vertikalkräfteanteil wurde für den Spitzbogen eine gleichbleibende Gewölbestärke als besonders geeignet beurteilt.²⁷⁶ Möglicherweise durch das „Federn“ von Spitzbogenmodellen²⁷⁷ existierte die Ansicht, Spitzbogen von Sprengwerken abzuleiten.²⁷⁸ Obwohl der Spitzbogen statisch hoch geschätzt war, blieb seine Anwendung bis in das 19. Jh. selten.²⁷⁹

Losgelöst von den bekannten statischen Vorzügen wurde der Spitzbogen sichtbar bis in das 19. Jh. nur selten eingesetzt. Der Grund dafür bestand darin, dass der Spitzbogen weithin als unmodern bzw. nicht schön empfunden wurde²⁸⁰ und wegen der größeren notwendigen Konstruktionshöhe zu aufwendig war.²⁸¹ Innerhalb statischer Vergleiche von Bogenlinien wurden Spitzbogen neben der stehenden Ellipse häufiger als das geringere gestalterische Übel

gegenüber der Kettenlinie hervorgehoben.²⁸² Konstruktiv geschätzt wurde der Spitzbogen Ende des 18. Jh. für zusammengeführte Schornsteinröhren²⁸³ und mehr theoretisch auch für Brückengewölbe²⁸⁴ und gewölbte Dächer.²⁸⁵ In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wuchs die Akzeptanz des Spitzbogens als kühne und elegante Wölbung,²⁸⁶ meist bezogen auf Kreuzgewölbe und Kuppeln (vgl. S. 319 ff., 329 ff.).

Geometrisch-mathematisch definierte Bogenlinien

Als Linienabbildung durchgeführter, geometrischer und mathematischer Berechnungen entstanden Ellipsen, Parabeln, Kettenlinien und Hyperbeln als mathematisch eindeutig definierte Bogenlinien. Diesen Linien kam durch die hohe gesellschaftliche Wertschätzung der Mathematik während des 17. und 18. Jh., vor allem mit der in der ersten Hälfte des 18. Jh. entwickelten Integralrechnung²⁸⁷, ein besonderer Stellenwert zu. Die mathematisch definierten Bogenlinien entsprachen nicht den architektonischen Gestaltungsabsichten, so dass Parabeln und Hyperbeln weitgehend unbeachtet blieben,²⁸⁸ während Ellipsen und Kettenlinien eine etwas größere Aufmerksamkeit erhielten.²⁸⁹

Ellipse

Im Unterschied zu allen übrigen, mathematisch definierten Bogenlinien besaß die Ellipse durch die von Kepler in Form einer Ellipse beschriebene Planetenlaufbahn eine Sonderstellung,²⁹⁰ die teils als natürlich und teils als göttlich angesehen wurde. Die elliptischen Bogen wurden danach unterschieden, ob die senkrechte Achse kurz oder lang war. Elliptische Bogen mit kurzer Achse verfügten als flache, gedrückte Bogen über eine geringe Bogenhöhe und galten als weniger stabil.²⁹¹ Gestalterisch wurden sie bis 1800 weitgehend als schön empfunden²⁹² und erst in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend als unschön abgelehnt.²⁹³ Begrifflich wurde die flache Ellipse häufig mit dem gedrückten Bogen aus mehreren Kreiszentren gleichgesetzt.²⁹⁴

Als wesentlich stabiler wurde die hohe bzw. stehende Ellipse beurteilt, wobei auf mittelalterliche Beispiele verwiesen wurde.²⁹⁵ Die hohe Ellipse wurde vereinzelt auch als ein überhöhter Halbkreisbogen interpretiert²⁹⁶ und in ihrer Form mit Spitzbogen, gedrückten Bogen und Kettenlinien in Beziehung gesetzt.²⁹⁷

Kettenlinie

Seit dem 17. Jh. war die Kettenlinie als Ergebnis von Berechnungen bekannt²⁹⁸ und man hielt die Kettenlinie während des 18. Jh. „unter allen [Bogenlinien] für die stärkste, und daher zu der Form der Gewölbe für die zuträglichste und vorteilhafteste“²⁹⁹. Vorausgesetzt, dass sie zur Kenntnis genommen wurde, galt sie als vollkommene Bogenlinie,³⁰⁰ von der kaum³⁰¹ oder kein Seitenschub zu erwarten war.³⁰² Die Vollkommenheit bezog sich ausdrücklich auf die Stabilität, nicht auf die Schönheit. Begründet wurde die Stabilität durch eine „gleiche Spannung“³⁰³, die auf alle Glieder bedingt durch die Bogenform wirkte,³⁰⁴ wodurch für die Kettenlinie ein stabiles Gleichgewicht angenommen wurde.³⁰⁵

Unter Vorgabe von Höhe und Breite³⁰⁶ ließ sich die Kettenlinie ohne weitere mathematische Herleitung einfach aus einer hängenden Eisenkette mit gleichschweren Kettengliedern oder einem nassen Seil festlegen.³⁰⁷ Die Linie ließ sich leicht auf einen Lehrbogen übertragen und nachbauen.³⁰⁸ Teils wurde eine solche Übertragung jedoch für unmöglich erachtet.³⁰⁹ In Zeichnungen bereitete die Kettenlinie allerdings Darstellungsprobleme,³¹⁰ weshalb auf elliptische Bogenformen ausgewichen wurde.

Die Kettenlinie galt bis in das 19. Jh. als wichtiger, wissenschaftlicher Untersuchungsgegenstand,³¹¹ dem sich eine Vielzahl an Gelehrten angenommen hatten.³¹² Es ist jedoch zweifelhaft, ob der Einsatz der Kettenlinie als Stützlinie beispielsweise für die Kuppelformen von St. Pauls (1697-1710) in London³¹³ während des 18. Jh. einer größeren Zahl Baufachleuten in der Mark tatsächlich bekannt war.

Eine hängende Kettenlinie mit ihren auftretenden Zugkräften konnte zur Stützlinie umgedreht werden. Dabei wandelten sich die Zugkräfte zu axialen Druckkräften, vorausgesetzt das Gewölbe war überall gleich schwer. Der statisch vorteilhafte Bogenverlauf der Kettenlinie erlaubte es, die Gewölbestärke zu minimieren (Abb. 112, Fig. LII.).

Die „Kettenlinie“³¹⁴, die auch als „krumme Linie“³¹⁵ oder „Kettenbogen“³¹⁶ bezeichnet wurde, stieß trotz der nicht zu widerlegenden statischen Vorzüge auf tiefe emotionale Ablehnung. Teils wurde die Kettenlinie gänzlich ignoriert, beispielsweise wurde sie in Penthers Bauwörterbuch einfach nicht erwähnt,³¹⁷ teils wurden die statischen Vorzüge nicht berücksichtigt³¹⁸ oder die Kettenlinie wurde kurzerhand zur Gewölbeform mit dem größten denkbaren Seitendruck erklärt.³¹⁹

Das massive Unbehagen, das mit der Kettenlinie während des 18. Jh. verbunden war, wird an einem Artikel über die Kettenlinie, den der schwedische Gelehrte Pehr Elvius 1743 verfasst hatte, klar. Gestützt auf Rechnungen, ermittelte er die Kettenlinie als statisch günstigste Bogenlinie,³²⁰ um zum Schluss völlig unmotiviert dennoch den Halbkreisbogen mit auf einen Mittelpunkt ausgerichteten Fugen zu bevorzugen.³²¹



Abb.168 Pferde stall (1787/91), Am neuen Markt 9 in Potsdam. Die Gurt- und Schildbogen entsprechen dem Verlauf von Kettenlinien.

5. GEWÖLBE

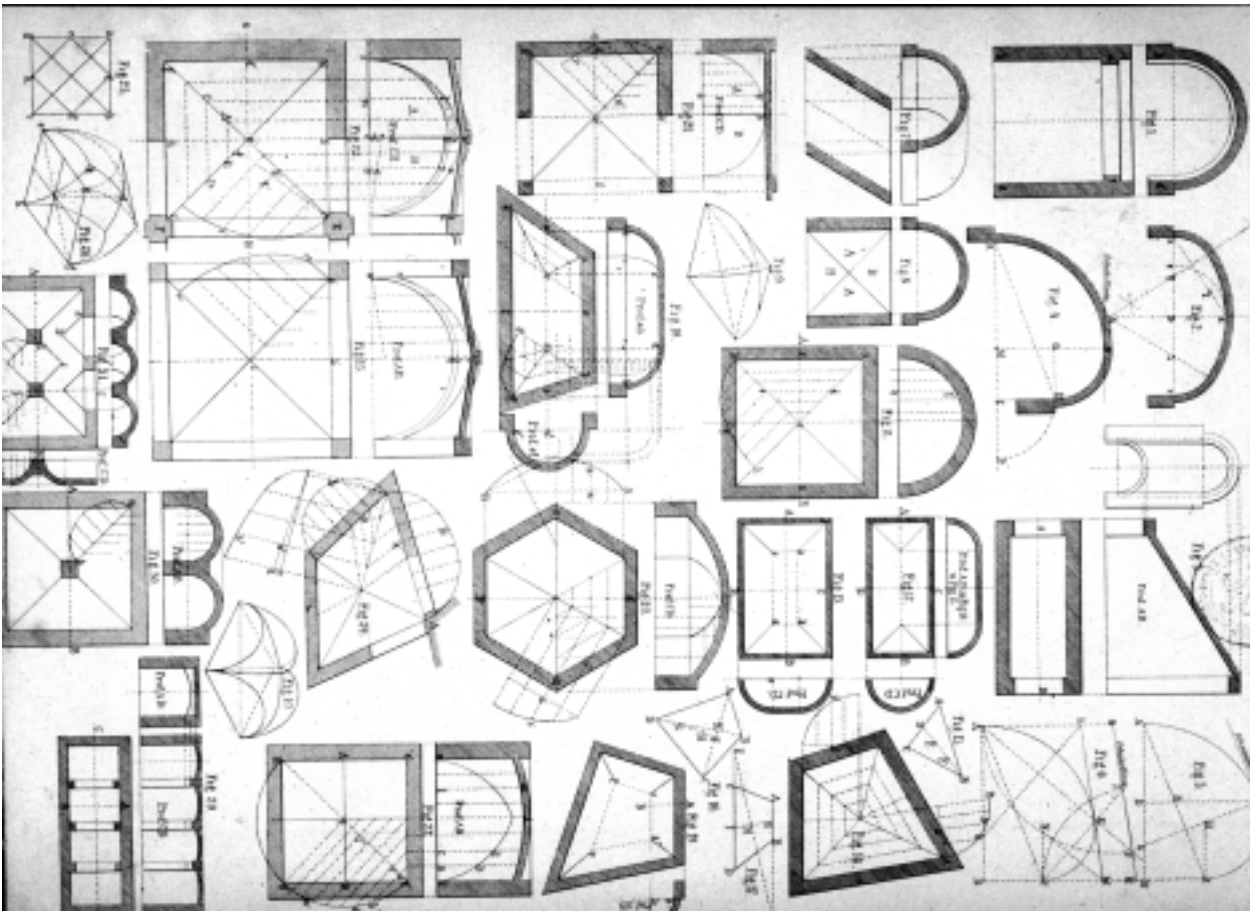


Abb.169 Leybald, 1858. Tafel 2. systematische Zusammenstellung der Gewölbeformen

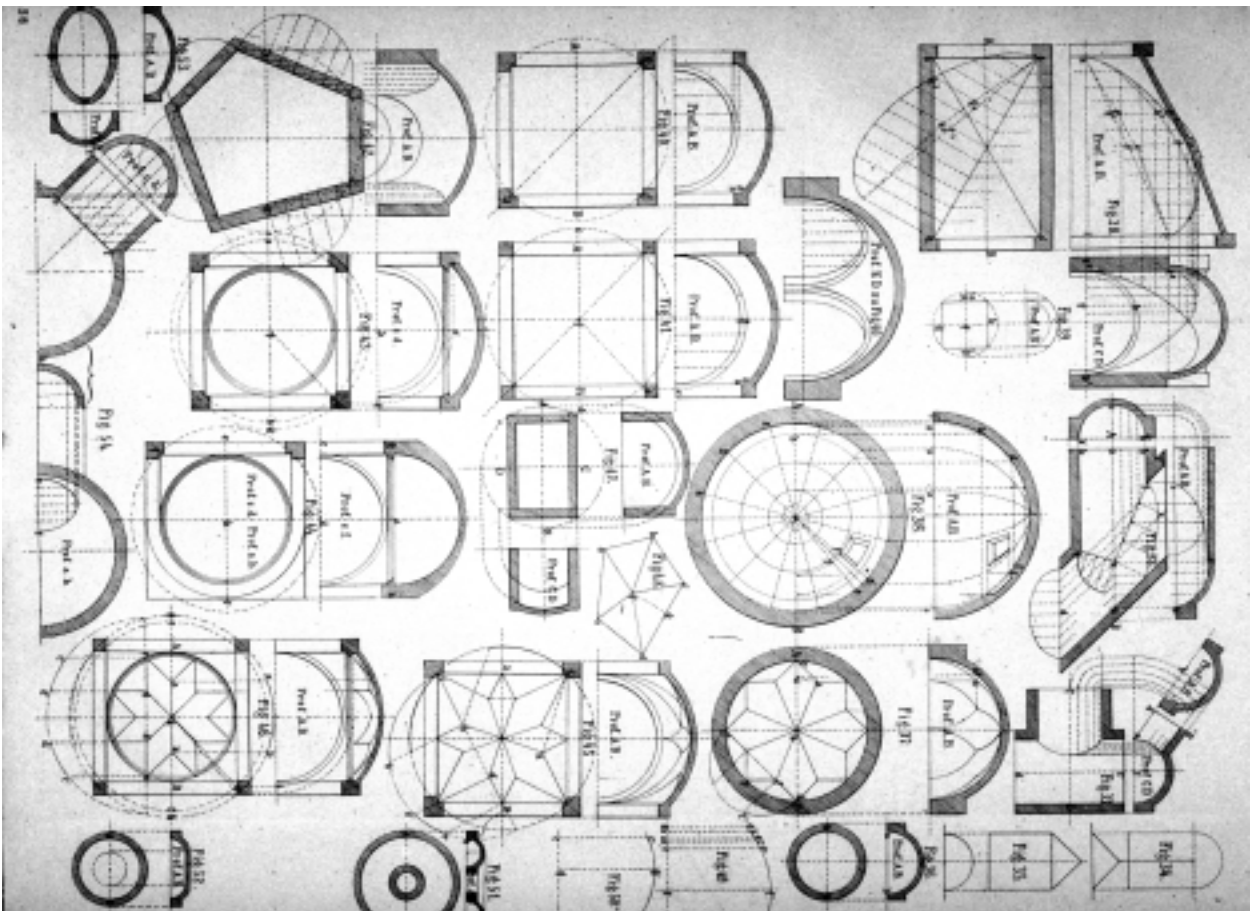


Abb.170 Leybald, 1858. Tafel 3. systematische Zusammenstellung der Gewölbeformen

Bis in das 19. Jh. hinein wurde die wissenschaftlich bestimmte Formgebung als Bedrohung empfunden und daher vehement verachtet. Der Berliner Kunsthistoriker Alois Hirt brachte dies sehr deutlich zum Ausdruck, in dem er die Kettenlinie als „geschmacklose Spitzförmigkeit einiger Neuern [verunglimpfte], die mehr Mathematiker als Architekten waren, fremdartiges in der Baukunst geltend machen wollten“³²². Häufig wurde die Kettenlinie als unschön dargestellt³²³ und ihr „der schöne Schwung“³²⁴ abgesprochen. Damit wurde eine Kehle im Übergang zum Auflager beschrieben, die jedoch verschliffen werden konnte.³²⁵ Die vehement vorgenommene ästhetische Abwertung hatte zur Folge, dass die Kettenlinie nicht nur für Repräsentationsbauten als Gestaltungsmittel bis in das 19. Jh. weitgehend ausschied.³²⁶ Nur in schwierigen konstruktiven Ausnahmesituationen wurde in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. auch die Einbindung der Kettenlinie für möglich erachtet.³²⁷ Die Ablehnung der Kettenlinie erfolgte auch sehr subtil. Beispielsweise wurde aufgrund der geringen möglichen Gewölbestärke geschlossen, Kettenlinien könnten nur sich selbst tragen,³²⁸ obwohl zusätzliche Kräfte mit berücksichtigt werden konnten.³²⁹

Vorgeschlagen wurde die Kettenlinie in der ersten Hälfte des 18. Jh. vorrangig für gewölbte Dächer³³⁰ und in der zweiten Hälfte für Brückenbogen.³³¹ Bei der Berliner Friedrichsbrücke wurden zwei Bogen in Form einer Kettenlinie ausgeführt.³³² Weitere genannte Einsatzmöglichkeiten waren Anfang des 19. Jh. Kellergewölbe und stark belastete Gewölbe.³³³ Zu den wenigen in der Mark einer Kettenlinie entsprechend ausgebildeten Gewölbe zählen Gurtbogen und Kreuzgewölbe des Pferdestalls, Am neuen Markt 9 in Potsdam (1787/91) (Abb. 168).

Mit Interesse wurde die repräsentative Kuppelwölbung des Pariser Panthéon, Ste.-Geneviève (1755-1790) zu Kenntnis genommen, bei der die Kettenlinie Berücksichtigung fand.³³⁴ Dennoch wurde die Kettenlinie nur selten ohne Vorbehalte³³⁵ gestalterisch und konstruktiv berücksichtigt (vgl. S. 304). Unter Einsatz eines Kettenmodells suchte beispielsweise der Berliner Baubeamte Sachs in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. die optimale Kuppelform zu entwickeln, die er in eine Lehmstampfwölbung übertragen wollte³³⁶ (vgl. S. 284). In der ersten Hälfte des 19. Jh. war die Kettenlinie zwar als konstruktive Bogenform weitgehend akzeptiert, wobei die Ausführung, in Anlehnung an die Keilsteintheorien angepasst, mit gleichbleibender Gewölbestärke³³⁷ auf einen Mittelpunkt auszurichten war.³³⁸

Größere Bedeutung erhielt die Kettenlinie als Stützlinie, um während der zweiten Hälfte des 18. Jh. die Standsicherheit anderer Bogenformen beurteilen und ggf. verstärken zu können. Dazu wurde über bzw. unter die Abbildung der gewünschten Gewölbeform eine Kettenlinie angelegt. Beide Bogenlinien sollten sich dabei nicht berühren. Der sich zwischen beiden Bogenlinien ergebende Abstand wurde als erforderliche Gewölbestärke interpretiert³³⁹ (Abb. 183, Fig. 29.).

Ebenso wurde eine Gewölbeform als standsicher beurteilt, wenn die Kettenlinie als Stützlinie weder die äußere noch die innere Bogenlinie schnitt und innerhalb der vorgesehenen Gewölbestärke verlief.³⁴⁰

Zentrierte Gewölbeformen

Das Tonnengewölbe mit einem Halbkreisbogen als Querschnitt wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. als vermeintlich stabilstes Gewölbe³⁴¹ durch eine auf einen zentralen Punkt ausgerichtete Gewölbeform mit kreisrundem oder polygonalem Grundriss ersetzt.³⁴² Dazu zählten in erster Linie die Halbkugel, aber auch alle Arten von Kloster- oder Muldengewölben. Als besondere Stabilitätskriterien wurden die anteilig größeren Auflager, aber auch die geschlossenen Gewölbefiguren angeführt. Für diese Gewölbe wurde jeglicher Schub ausgeschlossen³⁴³ oder nur ein geringer, gleichmäßiger³⁴⁴ Seitendruck erwartet. In der Kombination kreisrunder oder polygonaler Gewölbegrundrisse mit den als besonders stabil eingestuften Bogenlinien wie Spitzbogen, Kettenlinien und hoher Ellipsen wurde ein Rotationskörper konstruiert, der nur noch theoretisch, aber nicht praktisch Seitendruck ausüben würde³⁴⁵ (Abb. 169 u. 170). Alle kuppelartigen Gewölbeformen avancierten zu den stabilsten, denkbaren Gewölbeformen, für die Seitenschub häufig ausgeschlossen wurde.³⁴⁶

Möglicherweise durch die Beispiele von St. Pauls, London,³⁴⁷ und Ste. Geneviève, Paris, angeregt, schlug der Berliner Baubeamte Sachs in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. kuppelartige Gewölbe vor, die er aus der Kettenlinie entwickelte. Gedachte Anwendungen waren Gewölbe über Wohnräumen (Seitenlängen zwischen 12 und 24 Fuß³⁴⁸ (ca. 376,8 und 753,6 cm)). Dazu verfertigte er ein verkleinertes Kettenmodell mit quadratischem Grundriss und einem Diagonalkreuz, in das Kettenstücke eingehangen wurden.³⁴⁹ Das Kettenmodell wurde unter Verwendung von Zinnstangen übertragen.³⁵⁰ Die Gewölbeschale meinte er sowohl aus Ziegeln als auch Mörtelsteinen herstellen zu können, die anschließend mit Lehm hinterfüllt werden sollte.³⁵¹ Auch wenn das Gewölbe eher einem Kreuzgewölbe entsprach, so beurteilte Sachs das sogenannte Kettengewölbe als stabilere Gewölbeform vor Kreuz- oder kuppelartigen Gewölben.³⁵² Derartige Hängemodelle zur Entwicklung von Gewölbeformen, wie sie ebenfalls der Berliner Gelehrte J.E. Silberschlag in der zweiten Hälfte des 18. Jh. vorschlug,³⁵³ stellten jedoch eine Ausnahme dar. In der Mitte des 19. Jh. wurden sogenannte „Kettenlineale“ zur Ermittlung von Kirchenkuppeln als vorteilhaft hervorgehoben.³⁵⁴

Die als notwendig erachtete Gewölbestärke der Kuppeln wurde bei vergleichbarer Spannung mit einem Drittel³⁵⁵ und bei einer Flachkuppel mit einem Viertel³⁵⁶ zu einem vergleichbaren Tonnengewölbe festgelegt. In einer weiteren Festlegung wurden drei Teile (ohne weitere Angaben der Teile) Seitenschub für Kuppeln veranschlagt, während bei Tonnengewölben zwanzig Teile angenommen wurden.³⁵⁷

Insbesondere in Verbindung mit Flachkuppeln sah man in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. Seitendruck reduzierende Vorteile kuppelartiger Gewölbe, die auch in einer Übertragung auf quadratische oder rechteckige Grundrisse erhalten blieben³⁵⁸ (vgl. S. 319 ff.).

Kreuzgewölbe

Auch den Kreuzgewölben wurde vor allem im Vergleich zu den Tonnengewölben ein geringer Seitendruck während der zweiten Hälfte des 18. Jh. zugestanden.³⁵⁹ Anders als bei der Kuppel wurde die Standsicherheit mit der Lastabtragung auf die vier unterstützenden Eckpfeiler gerechtfertigt.³⁶⁰ Auch für die Kreuzgewölbe bestand die Annahme, diese seien weitgehend oder gänzlich frei von Seitenschub.³⁶¹ Wenngleich die statische Beurteilung der Kreuzgewölbe im Vergleich zu den Kuppeln in der Regel ungünstiger ausfiel, so wurde der erwartete Seitenschub um sechs Siebtel geringer als bei einem Tonnengewölbe eingeschätzt.³⁶² Daneben wurde das Kreuzgewölbe auch als instabile, wenig belastbare Gewölbeform eingestuft.³⁶³

In der ersten Hälfte des 19. Jh. entstanden aus den auf quadratische und rechteckige Grundrisse übertragenen kloster- und kuppelartigen Gewölben ein Dominikalgewölbe, ein überhöhte Kreuzgewölbe, das ebenso auf runde Grundrisse angewendet wurde³⁶⁴ (Abb. 169 u. 170). Bezeichnet wurde die entstandene Gewölbeform als „gothische[s] Gewölbe in Kuppelgestalt [, dass als] das Vollkommenste [galt...], was wir uns unter den Gewölben hinsichtlich der Festigkeit denken könnten“³⁶⁵.

Diese den kloster- und kuppelartigen Gewölben angelehnten Kreuzgewölben zeichneten sich wesentlich durch Gurte und Rippe aus und näherten sich der Form von Netzgewölben.³⁶⁶ In der Mitte des 19. Jh. wurde das mit geschwungenen Graten oder Rippen versehene Kreuzgewölbe konstruktiv den kuppelartigen Gewölben zugeordnet³⁶⁷ (vgl. S. 334). Ausgehend von einem Dominikalgewölbe konnte je nach Gestaltungsabsicht ein Kreuzgrat-, Kreuzrippengewölbe, eine Kuppel oder ein Pendentifgewölbe ausgebildet werden.

Eng verbunden mit der neuartigen, dreidimensionalen Gewölbebetrachtung vollzog sich ein Stabilitätsverständnis insbesondere für Kreuz-, Kloster- und alle kuppelartigen Gewölbeformen, das eine gezielte Reduzierung der Gewölbe-³⁶⁸ und Widerlagerstärken nach sich zog (vgl. S. 289 ff., 292 ff.).

5.1.2. KRÄFTE

Der Kräfteverlauf innerhalb der Gewölbe war wesentlicher Bestandteil aller Keilsteintheorien, weshalb den Fugen und den Gewölbekeilen für die Kraftleitung und -übertragung große Bedeutung beigemessen wurde. Eine mögliche Kraftübertragung der einzelnen Steine wurde orthogonal zur Fuge angenommen. Damit bestand die Vorstellung, sowohl den Kraftverlauf als auch die Fugenausrichtung am sichersten durch Tangenten auf die mittlere Gewölbelinie ermitteln zu können.³⁶⁹ Diese Methode zur Erstellung vermeintlich stabiler Bogenlinien blieb bis in die Mitte des 19. Jh. gültig³⁷⁰ und wurde während des 18. und frühen 19. Jh. uneinheitlich durch weitere Einflussfaktoren ergänzt (beispielsweise durch das Eigengewicht³⁷¹). Wie sich die unterschiedlichen Einflussfaktoren auswirkten und wie sie zu berücksichtigen waren, blieb dabei weitgehend ungeklärt.

Die Keilsteintheorien waren mit ihrer Fugenausrichtung auf einen Halbkreisbogen und einem Gewölbemittelpunkt für die angenommene Kraftübertragung festgelegt. Eine Übertragung auf gleichförmige Gewölbebogen wie Spitzbogen und Kreisbogensegment waren akzeptiert.³⁷² Als weitaus schwieriger erwiesen sich ungleichmäßige Gewölbebogen wie gedrückte Bogen oder mathematisch definierte Bogenlinien. Es fehlten klare Orientierungspunkte, um die Fugenschnitte ausrichten zu können. Daher wurde bei ungleichmäßigen Gewölbebogen ein Herausfallen der Keilsteine befürchtet.³⁷³ Die Allgemeingültigkeit der Keilsteintheorien in ihrer Kraftübertragung durch Fugen und Gewölbekeile war vor allem durch die Kettenlinie als die anerkanntesten stabilste Bogenform so stark gefährdet.³⁷⁴

Die statische Betrachtung der bestehenden Fugen durch die Keilsteintheorien und ihrer Beschränkung auf den Gewölbekeile wurde unter Druck einer veränderten statischen Betrachtung aufgegeben. Die wirkenden Kräfte wurden nun an jeder beliebig gewählten „Fuge“³⁷⁵ untersucht. Dabei wurde von einem fiktiven Gewölbebogen ausgegangen, der aus einer unendlichen Zahl nebeneinander liegender Schnitte oder Fugen sich zusammensetzte. Diese veränderte statische Beurteilung wurde durch Versuchsergebnisse zu Beginn des 19. Jh. bestätigt. Bei Gewölben aus Gewölbekeilen als auch aus einer zusammenhängenden Masse ließen sich keine unterschiedlichen horizontalen und vertikalen Kräfte nachweisen.³⁷⁶

Genau wie bei den Mauern wurde in der Regel von einer gebündelten Kraftlinie ausgegangen, die als Stützlinie zwischen der inneren und der äußeren Wölb- oder Bogenlinie verlief.³⁷⁷ Diese mittig im Gewölbequerschnitt verlaufende Gewölbelinie wurde u.a. als „Verstärkungslinie“³⁷⁸ bezeichnet, in der sich der Gewölbedruck bündelte.³⁷⁹ Sobald die Kraftlinie über Gewölbe- oder Bogenquerschnitt hinausführte, befand sich das Gewölbe nicht mehr im Gleichgewicht, und es drohte bei einer Erschütterung der Einsturz.³⁸⁰ Zur Ermittlung der resultierenden Gewölbedrucklinie wurde eine Gerade angenommen, die vom äußeren Ge-

wölbescheitel durch den inneren Kämpferpunkt verlief.³⁸¹ Sofern die Gerade innerhalb des Gewölbe- oder Bogenquerschnitts verlief, galt die Wölbung als standsicher.

Abgewandelt wurde eine solche Linie bei gleichbleibenden Gewölbestärken unbelasteter Gewölbe in der ersten Hälfte des 19. Jh. als Sicherheitsregel eingesetzt. Dazu wurde eine Gerade vom Scheitel der oberen Wölblinie zum äußeren unteren Kämpferpunkt der äußeren Wölblinie gezogen. Auch hier galt die Wölbung als stabil, wenn die Gerade innerhalb des Gewölbequerschnitts verlief.³⁸²

Auch wenn die angenommene Kraftbündelung sowie die Ermittlung des Kraftverlaufs mit den Keilsteintheorien in Verbindung gebracht wurde, bestand kein Bezug zu den Gewölbekeilen³⁸³, sondern basierte auf Gewölbeform und Stärke.

Die Gewölbestabilität wurde während des gesamten Untersuchungszeitraums mit einem Gleichgewicht der einwirkenden Kräfte gleichgesetzt. Sowohl Ende des 17. Jh. als auch in der ersten Hälfte des 18. Jh. wurde das Gleichgewicht insbesondere bei den Werksteinkeilen wesentlich durch das Gewicht definiert,³⁸⁴ wozu eine „Wissenschaft der Gewichts Kunst nöthig sey / um eines jeden Körper Ruhe und Bewegung gründlich zu verstehen“³⁸⁵. Während des 18. Jh. wurden die Theorien zu den Gewölbegleichgewichten über das Keilsteingewicht als vermeintlicher Einflussfaktor durch weitere Aspekte wie Bogen- oder Gewölbestärke, Fugen, Steinformaten,³⁸⁶ Mörtelwirkung³⁸⁷ und vor allem die Gewölbeform ergänzt. Damit wurde die Kettenlinie bereits in der Mitte des 18. Jh. als ideale sich im Gleichgewicht befindliche Bogenform anerkannt,³⁸⁸ obwohl sie den Keilsteintheorien und dem Halbkreisbogen als Ideal³⁸⁹ nicht entsprach und von daher sich nicht in dem gedachten Gleichgewicht befinden konnte.

Das Gleichgewicht bezog sich nicht alleine auf Bogen oder Gewölbe, sondern wurde bereits zu Beginn des 18. Jh. als Gesamtheit aller Gewölbekräfte den entgegenwirkenden Widerlagerkräften gegenüber gestellt.³⁹⁰ Ohne das angenommene Gleichgewicht genauer bestimmen und ermitteln zu können,³⁹¹ nahm es in den Stabilitätsüberlegungen des 18. und 19. Jh. einen breiten Raum ein³⁹² und wurde als Gegenpol dem gefürchteten Gleiten gegenübergestellt.³⁹³ Die Gleichgewichtstheorien wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend in Frage gestellt,³⁹⁴ da sie beispielsweise den „Gesetzen der Mechanik“³⁹⁵ nicht entsprachen.

Wenn auch nicht immer klar unterschieden, so wurde während des 18. Jh. sowohl gedrückten, niedrigen und flachen Gewölbeformen, als auch mittig schweren oder stark belasteten Gewölben ein sehr hoher Seitendruck zugeordnet. Je größer der entstehende Seitendruck ausfiel, desto stärker mussten die erforderlichen Widerlager ausfallen. Umgekehrt, je größer die Entlastung in der Gewölbemitte war, je stärker Kräfte im Bereich der Widerlager vertikal einwirkten, desto geringer konnten die Widerlager ausfallen.³⁹⁶

Auch wenn die Widerlager als statische Voraussetzung betrachtet wurden, so fanden sie bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. häufig in den Kräftebetrachtungen keine Berücksichtigung. Ebenso wurden bis auf Ausnahmen äußerlich einwirkende Kräfte nicht in die Berechnungen einbezogen.³⁹⁷ Ausnahmen stellten bombensichere Gewölbe militärischer Anlagen (vgl. S. 302), Kellergewölbe, die als Erdgeschossdecken genutzt wurden (vgl. S. 49 ff.) oder belastbare Lagergewölbe, wie beispielsweise sogenannte „Pansen“³⁹⁸ zur Getreidelagerung dar. Letztere waren leicht über der Erdoberfläche angelegte Gewölbe in Scheunen. Bestimmend blieb bis in das 19. Jh. die Vorstellung, Gewölbe würden ausschließlich sich selbst tragen.³⁹⁹

Nach Möglichkeit waren äußerlich einwirkende Einzellasten während des gesamten Untersuchungszeitraums zu vermeiden. Wurden solche Einzellasten dennoch über ein Gewölbe, beispielsweise ein Tonnengewölbe abgeleitet, dann war die Last mittig einzubringen oder zusätzlich zu unterstützen.⁴⁰⁰ Quer über Gewölbe geführte Mauern oder Wände waren bei allen Gewölbeformen durch Gurtbogen zu stützen.⁴⁰¹ Um die Wirkung äußerlich einwirkender Kräfte auf den Seitendruck zu erfassen, wurden im letzten Drittel des 18. Jh. Versuche mit umgedrehten Bogen unternommen.⁴⁰²

Die einwirkenden Kräfte auf die Gewölbe wurden analog zu den Mauern ab dem Ende des 18. Jh. weiter differenziert und der Versuch unternommen, deren Wirkung und Ursache zu erfassen.⁴⁰³ Zum Beispiel wurden die Kräfte nach der Art ihrer Wirkung unterschieden. Neben gleichmäßig einwirkenden Kräften „im ruhigen Zustand“⁴⁰⁴ existierten auch Kräfte aus „gewaltsamen Erschütterungen“⁴⁰⁵ wie vorbeifahrenden Fuhrwerken oder Bombeneinschlägen. Ebenso wurden die einwirkenden Kräfte in der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend nach flächigen und punktförmigen Kräften differenziert.⁴⁰⁶ Ausgehend von einer Vertikalkraft im Gewölbescheitel wurde die dadurch entstehende Resultierende gelegentlich als „Normaldruck“⁴⁰⁷ bezeichnet. Alle die Stabilität beeinflussenden Faktoren wie Gewölbege-
wicht, Fugen und angenommenes Gleichgewicht sollten für die „Normalpressung“⁴⁰⁸ berücksichtigt werden, um auf dieser theoretischen Grundlage Materialien, Herstellungstechnik, Gewölbestärke und Widerlager festzulegen.⁴⁰⁹ Diese angestrebte Vorgehensweise war jedoch rein theoretisch, da entsprechende Anhaltspunkte einer definierten Lasteinwirkung bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. unbekannt waren.

5.1.3. GEWÖLBESTÄRKEN

Die Festlegung der Gewölbestärken für eine dauerhafte und stabile Gewölbeherstellung⁴¹⁰ war vorrangiges Interesse aller Bauausführenden. Dabei wurden solche Tabellen und Faustregeln bevorzugt, die übersichtlich, einfach und wenig differenziert waren. Ebenso wurden einfache, graphische Methoden zur Festlegung der Gewölbestärke akzeptiert.⁴¹¹ Die Vielzahl hoch komplizierter Berechnungen und Gewölbetheorien fand in der Baupraxis dagegen kaum Beachtung.⁴¹²

Die Faustregeln waren teils sehr weit gefasst, so dass beispielsweise Ende des 17. Jh. es für durchschnittliche Gewölbe genügte, die Gewölbestärke im Scheitel bis zu zwei Steinlängen stark auszubilden und die Widerlager in ihrer maximalen Stärke auf annähernd drei Steinlängen zu begrenzen.⁴¹³ Voraussetzung für diese Regel war die weitgehende Einhaltung der Keilsteintheorien. Schon aus finanziellen und materiellen Gründen wurden die Regeln zur Festlegung der Gewölbestärke auf die örtlichen Gegebenheiten angepasst. Dabei waren Gewölbeform und Spannweite für die Festlegung der Gewölbestärke maßgeblich.⁴¹⁴ Besondere Beachtung fanden Festlegungsvorschläge der Franzosen Belidor, Blondel, Camus, Cuplet, Dechaux, Derant, Frezier, Gautier, de la Hire, de la Rue u.a.⁴¹⁵

Bis in das 19. Jh. besaßen Regeln, die in Übersichtstabellen angelegt waren, wegen ihrer einfachen Übertragung für die konkrete Anwendung, aber auch durch den Eindruck einer vermeintlichen Allgemeingültigkeit besondere Wertschätzung. In den Tabellen wurden Angaben zur Spannung, Keilsteinhöhe, Höhe und der Widerlagerstärke gemacht. Teils wurden weitere Differenzierungen vorgenommen, beispielsweise für freistehende Tonnengewölbe.⁴¹⁶ Wenngleich die Gültigkeit und Anwendbarkeit der Tabellen bezweifelt wurde,⁴¹⁷ suchte man beispielsweise durch Abgleichen unterschiedlicher Tabellen einen Mittelwert zu bilden.⁴¹⁸ Ebenso wurden diverse zufällig festgelegten Zu- und Abschläge für diverse Einflussfaktoren wie Baumaterialien als Beurteilungsgrundlage ergänzt.

Zu den wichtigsten Beurteilungsgrundlagen für den angenommenen Gewölbeschub, aber auch für die Festlegung der Gewölbestärke zählte die Gewölbespannung (Gewölbebreite).⁴¹⁹ Eine seitliche Druckzunahme wurde im letzten Drittel des 18. Jh. in der zweiten Potenz angenommen.⁴²⁰ Entsprechend wurde versucht die Gewölbespannung durch überkragende Steinschichten zu reduzieren.⁴²¹ Die Festlegung der Gewölbestärke bezog sich bis in das 19. Jh. in der Regel auf eine in Scheitel und Auflager gleichbleibende Stärke.

Nach einer vorrangig für das 17. und 18. Jh. gültigen Regel wurde die Gewölbestärke mit einem Sechstel oder einem Viertel⁴²² der Gewölbespannung festgelegt. Die Gewölbespannung blieb auch Ende des 18. und Anfang des 19. Jh. die bevorzugte Richtgröße zur Festlegung der Gewölbestärke, die mit einem Zwölftel und einem Zwanzigstel bestimmt wurde.⁴²³

Unterdessen wurde für den Halbkreisbogen die Stärke mit drei Siebtel der Gewölbespannung veranschlagt.⁴²⁴

Sehr große Bedeutung für den gesamten Untersuchungszeitraum erhielt eine auf den Franzosen Gautier zurückgeführte Regel zur Festlegung der Gewölbestärke. Ausgehend von der Gewölbespannung, die in Fuß oder Schuh gemessen wurde, war die gleiche Zahl in Zoll für die Gewölbestärke zu veranschlagen.⁴²⁵ Diese Faustregel fand ihre Übertragung in ein Tabellenwerk, welches in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in Deutschland einen großen Bekanntheitsgrad hatte⁴²⁶ (Abb. 171). Zusätzlich wurden Zu- und Abschlüge für feste oder mürbe Steine vorgenommen.⁴²⁷ Häufiger wurde die Anwendung der Gautierschen Regel auf Gewölbebreiten zwischen sechs und vierundzwanzig Schuh⁴²⁸ oder Fuß⁴²⁹ (ca. 188,4 und 753,6 cm) beschränkt. Bei größeren Spannweiten war die Gewölbestärke frei zu verringern.⁴³⁰

Eine weitere Methode, die Gewölbestärke zu ermitteln, bestand darin, die Länge der äußeren und inneren Wöblungslinie in ein Verhältnis zu setzen. Die Gewölbestärke galt für einen Halbkreisbogen als ausreichend stabil, wenn die äußere Wöblungslinie drei Einheiten und die innere zwei Einheiten maß.⁴³¹

Gewölbeform, Material und einwirkende Last fanden bei den angeführten Regelwerken zur Festlegung der Gewölbestärke keine oder nur eine untergeordnete Rolle. Um diese Faktoren bei der Festlegung der Gewölbestärke dennoch zu berücksichtigen, wurde beispielsweise die Gewölbestärke in Bezug zur Gewölbehöhe gesetzt,⁴³² wonach um 1800 für Tonnengewölbe die Gewölbestärke mit einem Drittel bzw. einem Viertel der Höhe ermittelt wurde.⁴³³

Weitgehend wurde an den Regeln zur Bestimmung der Gewölbestärke abhängig von der Gewölbespannung festgehalten. Ab dem letzten Drittel des 18. Jh. wurden teils unbestimmte Zu- und Abschlüge empfohlen, wodurch die als wichtig beurteilten Einzelfaktoren berücksichtigt schienen. Beispielsweise waren gedrückte Gewölbeformen oder Gewölbe aus gebrochenen Natursteinen frei zu verstärken,⁴³⁴ während bei besonders stabil eingestuftten Bogenformen wie dem Spitzbogen Abschlüge zulässig waren.⁴³⁵

Verstärkt in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden die abhängig von der jeweiligen Gewölbespannung ermittelten Gewölbestärken durch definierte Zu- und Abschlüge ergänzt, die aus der Gewölbeform herleitet waren.⁴³⁶ Danach waren gedrückte Bogen im Scheitel um einen Fuß zu verstärken, vorausgesetzt die Gewölbehöhe fiel geringer als ein Drittel der Gewölbespannung aus.⁴³⁷ Insgesamt galt, je höher die Gewölbeform war, desto geringer konnte die Gewölbestärke festgelegt werden.⁴³⁸ Neben den reinen Bogenformen wurde das Verhältnis der Spannweite zur Gewölbestärke auch auf dreidimensionale Körperformen wie Kuppeln festgelegt, die beispielsweise mit einer Scheitelstärke von einem Achzigstel des Durchmessers angegeben war.⁴³⁹

Vergleichbare Regeln wurden Anfang des 19. Jh. auch für Kreuzgewölbe entwickelt, die dabei als vierteilige Gewölbe umschrieben wurden. Bei einer gleichbleibenden Gewölbestär-

hat sich Herr Gautier unterzogen, dem wir folgenden Auszug aus seiner Tabelle zu verdanken haben:

Breite der Schwib- bogen im Lichten.	Höhe der Gewölbesteine.						Breite der Schwib- bögen.	Höhe der Gewölbesteine.					
	von festen Stei- nen.			von mürben Stei- nen.				von festen Stei- nen.			von mürben Stei- nen.		
Schu	Sch.	Zoll	Lin.	Sch.	Zoll	Lin.	Schu	Sch.	Zoll	Lin.	Sch.	Zoll	Lin.
6-	1	3	1	2	1	1	55 -	3	8	1	4	8	1
8-	1	4	1	2	1	6	60 -	4	1	1	5	1	1
10-	1	5	1	2	3	1	65 -	4	4	1	5	3	10
12-	1	6	1	2	4	6	70 -	4	7	6	5	8	1
14-	1	7	1	2	6	1	75 -	5	1	1	6	1	1
16-	1	8	1	2	7	1	80 -	5	4	1	6	3	10
18-	1	9	1	2	9	1	85 -	5	8	1	6	8	1
20-	1	10	1	2	9	6	90 -	6	1	1	7	1	1
25-	2	1	6	2	10	9	95 -	6	4	1	7	3	10
30-	2	3	1	3	1	1	100 -	6	8	1	7	8	1
35-	2	5	6	3	3	10	105 -	7	1	1	8	1	1
40-	2	8	1	3	8	1	110 -	7	4	1	8	3	10
45-	3	1	1	3	11	4	115 -	7	8	1	8	8	1
50-	3	4	1	4	3	10	120 -	8	1	1	9	1	1

2

Eine

Abb.171 Suckow 1781. S. 59. Sehr große Bedeutung für den gesamten Untersuchungszeitraum erhielt eine auf den Franzosen Gautier zurückgeführte Regel zur Festlegung der Gewölbestärke. Ausgehend von der Gewölbespannung, die in Fuß oder Schuh gemessen wurde, war die gleiche Zahl in Zoll für die Gewölbestärke zu veranschlagen. Diese Faustregel fand ihre Übertragung in ein Tabellenwerk, welches in der zweiten Hälfte des 18. Jh. in Deutschland einen großen Bekanntheitsgrad hatte. Zusätzlich wurden Zu- und Abschläge für feste oder mürbe Steine vorgenommen. Häufiger wurde die Anwendung der Gautierschen Regel auf Gewölbebreiten zwischen sechs und vierundzwanzig Schuh oder Fuß (ca. 188,4 und 753,6 cm) beschränkt. Bei größeren Spannweiten war die Gewölbestärke frei zu verringern.

5. GEWÖLBE

ke wurde ein Achtzehntel (bezogen auf die Gewölbespannung) als geringst mögliche Gewölbestärke angenommen,⁴⁴⁰ während bei einer sich zum Scheitel verjüngenden Stärke ein Sechzehntel⁴⁴¹ bzw. ein Siebzehntel (bezogen auf die Gewölbespannung)⁴⁴² im Scheitel als ausreichend angesehen wurde.

Eine weitere, nicht näher erläuterte Faustregel zur Festlegung der Gewölbestärke für Kreuzgewölbe basierte auf einer durchschnittlichen Gewölbestärke von einem Vierundzwanzigstel der Gewölbespannung. Gefordert wurde, den Kämpfer um ein Drittel zu verstärken, während der Scheitel entsprechend zu reduzieren war.⁴⁴³

Basierend auf einer in Bezug auf die Gewölbespannung ermittelten Gewölbestärke wurden ergänzende Angaben in Hinblick auf Herstellung und Baumaterialien entwickelt.⁴⁴⁴ Bei nicht näher definierten, „festen“ Baumaterialien ließ sich die Gewölbestärke auf zwölf Zoll (= 1 Fuß = ca. 31,4 cm) bei Gewölbespannungen zwischen zwölf und achtzehn Fuß (ca. 376,8 und 565,2 cm) reduzieren.⁴⁴⁵ In der Mitte des 19. Jh. wurde für Ziegelgewölbe eine Mindestbreite von einem Dreißigstel, bei Werksteingewölbe einem Fünfzigstel und bei Gussgewölben ein Zwanzigstel (bezogen auf die Gewölbespannung) angesetzt.⁴⁴⁶

Daneben waren sehr allgemeine Faustregeln zur Festlegung der Gewölbestärke verbreitet, bei denen eine Stärke verschiedenen Gewölbebreiten zugeordnet war.⁴⁴⁷ Zum Beispiel wurde eine Gewölbestärke von einem halben Fuß (ca. 15,7 cm \sim $\frac{1}{2}$ Steinlänge) für Spannweiten zwischen fünf und sechs Fuß⁴⁴⁸ (ca. 157,0 und 188,4 cm) als ausreichend angesehen. Gerade diese pauschalisierten Festlegungen der Gewölbe wurden ab dem Ende des 18. Jh. wegen ihrer leichten Übertragung sehr geschätzt. Weitere vorgenommene Einstufungen abhängig von der Gewölbespannung waren:

- bis 6 Fuß (ca. 188,4 cm) und einer Stärke von einer Steinlänge,
- zwischen 6 bis 10 Fuß (ca. 314,0 cm) und einer Stärke von eineinhalb Steinlängen,
- zwischen 10 und 16 Fuß (ca. 314,0 und 502,4 cm) und einer Stärke von zwei Steinlängen und
- über 20 Fuß (ca. 628,0 cm) und zweieinhalb Steinlängen.⁴⁴⁹

In der Absicht die äußerlich einwirkenden Kräfte bei der Festlegung der Gewölbestärke zu berücksichtigen, erfolgte bis in die Mitte des 18. Jh. vorrangig dadurch unbestimmt die Keilsteine zu verlängern und die zugehörigen Widerlager zu verstärken.⁴⁵⁰ In der zweiten Hälfte des 18. Jh. wuchs die Bereitschaft, die einwirkenden Kräfte für die Festlegung differenzierter zu betrachten. Dazu wurden vielfältige, teilweise kaum nachzuvollziehende Formeln entwickelt, in denen Lasten, betroffene Gewölbeteile, Material, Größenverhältnisse und der Mauerverband⁴⁵¹ Beachtung fanden. Wenn überhaupt Kenngrößen für einzelne Faktoren angeführt wurden, blieb deren Ermittlung in der Regel unbekannt.⁴⁵² Häufiger wurde bei einer nicht näher bestimmten, allgemein angenommenen Belastung einfach eine Gewölbestärke festgelegt, die vorwiegend über das Verhältnis der Gewölbespannung zur Gewölbestärke⁴⁵³

ausgedrückt wurde. Gelegentlich wurden zusätzliche konstruktive Maßnahmen vorausgesetzt, wozu beispielsweise das Hinterfüllen der Gewölbezwickel zählte.⁴⁵⁴

Um die Gewölbe auf eine mögliche Belastung abzustimmen, wurden zu Beginn des 19. Jh. die Gewölbe klassifiziert nach:

- Gewölben mit starker Lasteinwirkung, z.B. Brücken,
- mittleren Gewölben mit darüber befindlichem belastendem Fußboden und
- Gewölben ohne Belastung.⁴⁵⁵

Alle bekannten Methoden zur Ermittlung der Gewölbestärke wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. als eingeschränkt taugliche Hilfsmittel beurteilt, mit denen sich die erforderliche Gewölbestärke nur unbefriedigend und unsicher⁴⁵⁶ bestimmen ließ.⁴⁵⁷ Es fehlten Verfahren, die bekannten Einflussfaktoren wie Baustoffeigenschaften, Form, Lasteinwirkung, Gewölbegröße, Herstellungstechniken zu beurteilen, „weshalb sich dafür keine allgemeinen Bestimmungen mit Zuverlässigkeit festsetzen lassen“⁴⁵⁸.

Unabhängig von allen Regeln und Berechnungen zur Ermittlung der Gewölbestärke existierten handwerkliche Regeln, wonach kaum oder unbelastete Gewölbe beispielsweise im letzten Drittel des 18. Jh. nicht stärker als zwei Schuh angelegt wurden.⁴⁵⁹ Als Mindeststärke wurde ein Fuß⁴⁶⁰ (ca. 31,4 cm) angenommen. Diese auch in der Mark vorgeschlagene Empfehlung entsprach jedoch nur teilweise der Baupraxis, da Tonnengewölbe mit Gurten und die Kappengewölbe meist nur eine halbe Steinlänge stark ausgeführt wurden (vgl. S. 313, 343).

5.1.4. WIDERLAGER

Widerlager wurden in der Regel nicht als Gewölbeteil, sondern als „Begränzungsmauern“⁴⁶¹ der Gewölbe eingestuft, auf denen diese ruhten⁴⁶² und die dauerhaft dem „Hauptgewölbedruck“⁴⁶³ standhielten.⁴⁶⁴ Auch wenn sich das Interesse in Hinblick auf die Standsicherheit vornehmlich auf die Gewölbe konzentrierte, kam dem Widerlager eine häufig unterschätzte Bedeutung für die Gewölbestandsicherheit zu. Das Widerlager durfte sich in der horizontalen Achse weder verschieben noch verdrehen.⁴⁶⁵ Die „Widerlager“⁴⁶⁶, die auch als „Gewölbefuß“⁴⁶⁷ oder „Widerlager-Mauern“⁴⁶⁸ bezeichnet wurden, waren während des gesamten Untersuchungszeitraums meist durch die Kellergewölbe mit den Kellermauern, dem Unterbau, identisch.⁴⁶⁹ Im engeren Sinne zählten beispielsweise Stirnwände bei Tonnengewölben nicht zu den Widerlagern.⁴⁷⁰ Nach einer bis in das 19. Jh. sehr verbreiteten Sicht wurden dem Widerlager alle Mauerpartien unterhalb der Kämpfer oder Gurte⁴⁷¹, gelegentlich auch die hinter den Kämpfern hochgeführten Mauern, wegen ihrer stabilisierenden Wirkung zugeordnet.⁴⁷²

Wesentliche Stabilitätskriterien der Widerlager waren ein ausreichend großes Volumen,⁴⁷³ ein hohes Gewicht.⁴⁷⁴ Dabei wurde das Widerlager häufig als unverrückbarer Monolith angesehen.⁴⁷⁵ Da Ziegelmauerwerke wegen des geringeren Eigengewichtes während des 18.

Jh. teils als Widerlager nicht als ausreichend schwer betrachtet wurden, wurden alle Arten der Natursteinmauerwerke wegen der größeren Gewichte als Mauerwerk für Widerlager bis in die Mitte des 19. Jh. bevorzugt.⁴⁷⁶ Instabilere Verbandsgefüge wurden dabei in Kauf genommen.⁴⁷⁷ Erst in der Mitte des 19. Jh. wurden für die Widerlager auch Ziegelmauerwerke bevorzugt, da diesen durch die Verbandsanordnung eine wesentlich höhere Stabilität zugeschrieben wurde.⁴⁷⁸

Um Widerlager zu stabilisieren und sie gleichzeitig schwächer auszubilden, wurden sie konstruktiv in das Erdreich eingebunden.⁴⁷⁹

Ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden sichere Widerlager entwickelt, um sie für die Gewölbestandsicherheit nutzen zu können.⁴⁸⁰ Eine Vorreiterrolle nahmen dabei die militärisch als bombensicher eingestuften Gewölbe ein.⁴⁸¹ Die Widerlager waren hintermauert und wurden zusammen mit dem Gewölbe über den Gewölbescheitel geführt (Abb. 172, Fig. 11) oder zum Scheitel schräg abgedacht⁴⁸² (Fig. 10). Diese dem französischen Festungsbaumeister Vauban zugeschriebenen Gewölbe wurden bis in das 19. Jh. als „Vaubansches Magazin-gewölbe“⁴⁸³ bezeichnet. Solche bombenfesten Gewölbe wurden äußerlich noch durch Strebepfeiler verstärkt⁴⁸⁴ (vgl. S. 302 ff.).

Teilweise muss wohl die Vorstellung bestanden haben, die Funktionsfähigkeit der Widerlager verbessern zu können, in dem über den Widerlagern einfach Steinmassen aufgeschichtet wurden. Diese Schichtungen bargen jedoch das Risiko, leicht umzufallen,⁴⁸⁵ weshalb ab dem Ende des 18. Jh. aufgehende Geschossmauern als den Seitendruck kompensierende Gewichte bevorzugt wurden.⁴⁸⁶ Die als Widerlager genutzte Keller- oder Erdgeschossmauer ließ sich reduzieren ($\frac{1}{2}$ Fuß (15,7 cm)), wenn darüber ein zwei- bis dreigeschossiges Gebäude folgte. Der Berücksichtigung zusätzlicher Lasten, um das Widerlager zu verstärken, kam in der ersten Hälfte des 19. Jh. eine wachsende Bedeutung zu.⁴⁸⁷

Da sich bei freistehenden Widerlagern oberirdischer Gewölbe sich das Erdreich nicht nutzen ließ, wurden solche Widerlager gezielt durch Pfeiler, Strebepfeiler oder in gleichmäßigen Abständen angeordnete Wandscheiben unterstützt.⁴⁸⁸ In der Mitte des 18. Jh. bestand die Vorstellung, oberirdische Widerlager nur dann als stabil beurteilen zu können, wenn das Widerlagervolumen dem gesamten Gewölbeinhalt entsprach.⁴⁸⁹

Die durch Pfeiler gestützten Widerlager wurden bevorzugt mit verstärkenden Gurtbogen kombiniert. Konsequentermaßen wurden beispielsweise die Widerlager der Kreuzgewölbe in Eckpfeilern aufgelöst,⁴⁹⁰ die nur noch durch gegeneinander stützende Bogen verbunden waren.⁴⁹¹

Besonders geschätzt wurden während des gesamten Untersuchungszeitraums nebeneinander angeordnete Gewölbe, da sich bei gleichartigen Wölbungen⁴⁹² der jeweilige Seitendruck dieser Gewölbe vollständig aufhob.⁴⁹³ Nur noch das Eigengewicht der Gewölbe war über die Widerlager abzuleiten. Um Hauptgewölbe zu stützen, war als eine weitere Möglichkeit

bekannt, quer dazu aufgereihte kleinere Gewölbe anzulegen. Vorbild für diese in der Mitte des 18. Jh. als altmodisch eingestufte Anordnung waren gotische Sakralbauten.⁴⁹⁴

Entsprechend der Festlegung der Mauerstärken konnte beim Prachtbau die Festlegung der Widerlager durch gestalterische Proportionsregeln erfolgen, die auf Modulen basierte. Statistisch-konstruktive Überlegungen blieben dabei unberücksichtigt.⁴⁹⁵

Alle diese, sehr allgemeinen Angaben zu Widerlagern waren in ihren als stabil einzustufenden Stärken unbestimmt. Den Eindruck, die Stabilität der Widerlager kalkulieren zu können, vermittelten seit dem 17. Jh. graphische Verfahren. Mit ihnen ließ sich vermeintlich die „Richtung des Bestrebens der Widerlagen“⁴⁹⁶, als auch eine als standsicher angenommene Widerlagerstärke bestimmen. Zwei dieser graphischen Verfahren waren während des gesamten Untersuchungszeitraum verhältnismäßig bekannt.

Das erste Verfahren basierte auf einem gedrittelten Halbkreisbogen, so wie er in Abbildung 173, Figuren 5, 6, 9. dargestellt ist. Maßgeblich war vorwiegend die innere⁴⁹⁷, gelegentlich auch die mittlere Bogenlinie⁴⁹⁸. Die Drittpunkte wurden durch Geraden miteinander verbunden, wobei die Strecke vom Drittpunkt der Bogenlinie mit dem inneren Kämpferpunkt auf der Geraden im Kämpferpunkt gespiegelt wurde. Der sich dadurch ergebende Punkt auf der Geraden stellte die äußere Begrenzung des als erforderlich angesehenen Widerlagers dar.⁴⁹⁹ Gelegentlich wurde auch eine Verlängerung um zwei Drittel der Strecke als ausreichend angesehen.⁵⁰⁰

Diese bereits 1643 von Derand vorgeschlagene und immer wieder angeführte⁵⁰¹ graphische Ermittlung der Widerlager galt Ende des 18. Jh. als „die gewöhnlichste Art, die Stärke der Widerlagen zu finden“⁵⁰². Allerdings blieben bei diesem Verfahren Material, Höhe, Verband usw. unberücksichtigt.⁵⁰³ Die Bewertung der so ermittelten Widerlagerstärken war sehr widersprüchlich, so dass die Stärken als zu groß beurteilt wurden.⁵⁰⁴ Teils wurde das Verfahren auch nur für Gewölbe mit Spannweiten bis zu vierundzwanzig Fuß⁵⁰⁵ (ca. 753,6 cm) für anwendbar gehalten. Das Verfahren wurde teils gänzlich als falsch abgelehnt.⁵⁰⁶ Ungeachtet aller Einwürfe und Widersprüche besaß die gedrittelte Bogenlinie für die Festlegung der Widerlagerstärke⁵⁰⁷ vor allem freistehender und gedrückter Bogen⁵⁰⁸ in der ersten Hälfte des 19. Jh. Gültigkeit.

Das zweite graphische Verfahren zur Widerlagerermittlung basierte auf einem geviertelten Bogen und einer im Punkt der angenommen stärksten Gewölbekrümmung ausgerichteten Tangente.⁵⁰⁹ Die festgelegte Tangente galt gleichzeitig als „Directionslinie der seitwärts stoßenden Kraft“⁵¹⁰. Bei einem Halbkreisbogen, so wie er in Abbildung 172, Figur 7. abgebildet ist, entsprach dieser Punkt dem unteren Viertelkreis im Winkel von 45°. ⁵¹¹ Die Tangente wurde in der Regel auf die mittlere Gewölbeline und nur selten auf die äußere Bogenlinie bezogen.⁵¹² Die als erforderlich beurteilte Widerlagerstärke entsprach der Strecke, die durch den inneren Kämpferpunkt und die Schnittstelle von Kämpferlinie und Tangente bestimmt

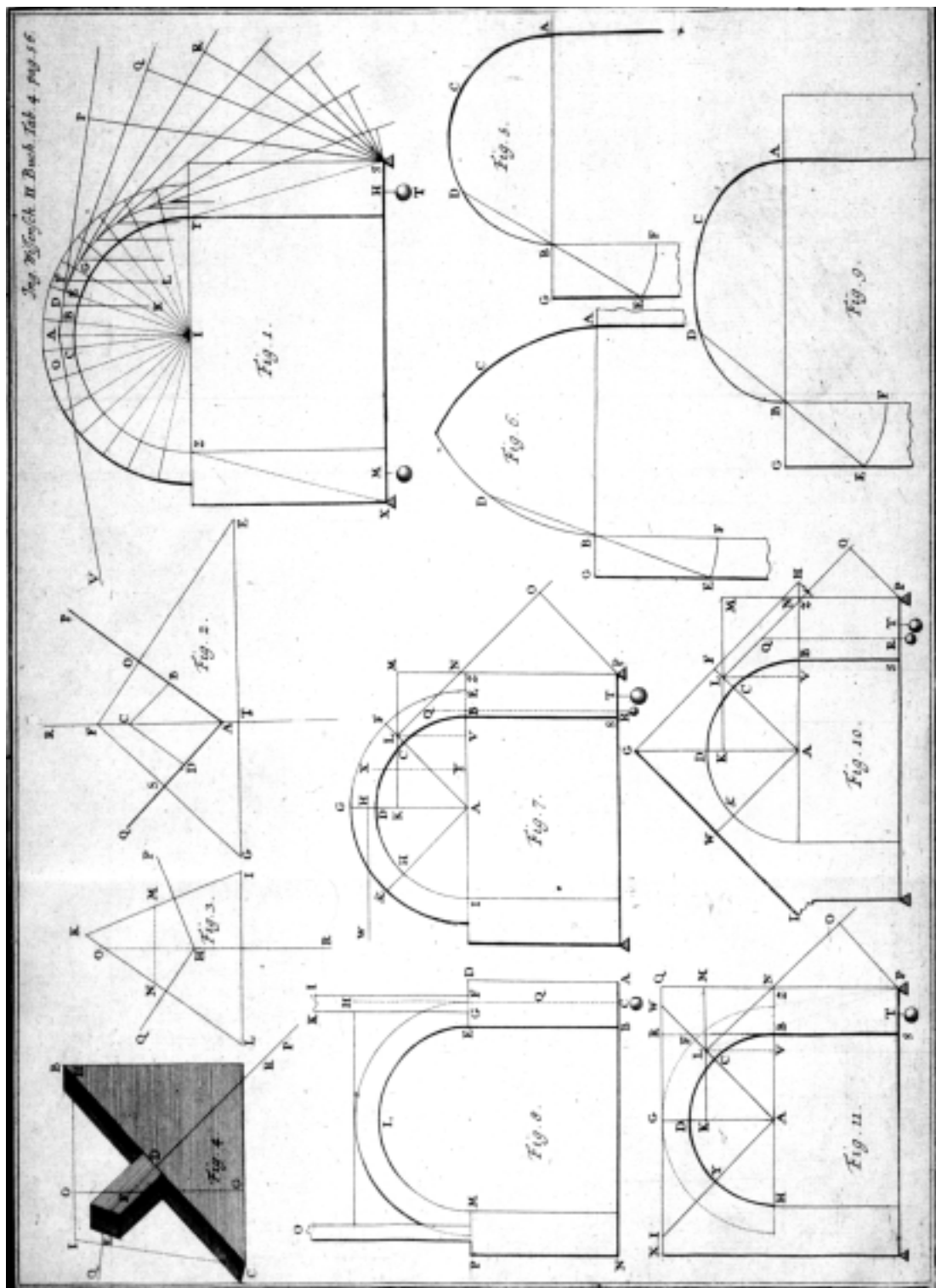


Abb.172 Belidor 1757. Teil. II. Tafel 4. Während des gesamten Untersuchungszeitraum waren zwei graphischen Verfahren zur Festlegung der Widerlager bekannt. Das erste Verfahren basierte auf einem gedrittelten Halbkreisbogen, so wie er in Figuren 5, 6, 9. dargestellt ist. Maßgeblich war vorwiegend die innere, gelegentlich auch die mittlere Bogenlinie. Die Drittelpunkte wurden durch Geraden miteinander verbunden, wobei die Strecke vom Drittelpunkt der Bogenlinie mit dem inneren Kämpferpunkt auf der Geraden im Kämpferpunkt gespiegelt wurde. Der sich dadurch ergebende Punkt auf der Geraden stellte die äußere Begrenzung des als erforderlich angesehenen Widerlagers dar. Gelegentlich wurde auch eine Verlängerung um zwei Drittel der Strecke als ausreichend angesehen. Das zweite graphische Verfahren zur Widerlagerermittlung basierte auf einem geviertelten Bogen und einer im Punkt der angenommen stärksten Gewölbekrümmung ausgerichteten Tangente. Die festgelegte Tangente galt gleichzeitig als „Directionslinie der seitwärts stoßenden Kraft“. Bei einem Halbkreisbogen, so wie er in Figur 7. abgebildet ist, entsprach dieser Punkt dem unteren Viertelkreis im Winkel von 45° . Die Tangente wurde in der Regel auf die mittlere Gewölbeline und nur selten auf die äußere Bogenlinie bezogen. Die als erforderlich beurteilte Widerlagerstärke entsprach der Strecke, die durch den inneren Kämpferpunkt und die Schnittstelle von Kämpferlinie und Tangente bestimmt wurde. Darüber hinaus wurde diese graphische Widerlagerermittlung zur Überprüfung des angeblichen Gewölbeleichgewichts eingesetzt. Das Gleichgewicht galt als sichergestellt, sofern die Strecken ml und lk in Figur 121 identisch waren. Diese graphische Bemessungsregel war bereits zu Beginn des 18. Jh. bekannt und wurde während des gesamten Untersuchungszeitraums vor allem wegen des „Vorzug[s] der wahren Einfachheit“ für den allgemeinen Baubetrieb zur Bemessung der Widerlager nahegelegt.

wurde.⁵¹³ Darüber hinaus wurde diese graphische Widerlagenermittlung zur Überprüfung des angeblichen Gewölbegleichgewichts eingesetzt.⁵¹⁴ Das Gleichgewicht galt als sichergestellt, sofern die Strecken *ml* und *lk* in Abbildung 173, Figur 121. identisch waren.⁵¹⁵ Diese graphische Bemessungsregel war bereits zu Beginn des 18. Jh. bekannt und wurde während des gesamten Untersuchungszeitraums vor allem wegen des „Vorzug[s] der wahren Einfachheit“⁵¹⁶ für den allgemeinen Baubetrieb zur Bemessung der Widerlager nahegelegt.⁵¹⁷ In Deutschland trugen die durch den Franzosen Belidor entwickelten Tabellenwerke und deren Abdruck in den Werken Suckows ab der Mitte des 18. Jh. zu einer größeren Bekanntheit bei.⁵¹⁸

Auch bei dieser graphischen Methode blieben Material, Höhe usw. unberücksichtigt. Vereinzelt wurde die Allgemeingültigkeit für alle Gewölbeformen angezweifelt.⁵¹⁹ Bis in das 19. Jh. wurde die Anwendung neben dem Halbkreisbogen auch für Spitz- und gedrückte Bogen als Richtgröße anerkannt.⁵²⁰ Teils wurden die ermittelten Stärken als zu großzügig,⁵²¹ teils zu unterdimensioniert beurteilt, so dass zwischen fünf und sechs Zoll⁵²² (ca. 13,0 und 15,6 cm) zu zugeben waren. Die Ergebnisse dieses Verfahrens wurden Anfang des 19. Jh. ergänzt, um auch die Baustofffestigkeiten zu berücksichtigen. Bei schlechteren Baumaterialien war das ermittelte Widerlager um ein Sechstel zu verstärken und zusätzlich zu böschen.⁵²³

Bei beiden graphischen Verfahren blieb zusätzlich auch die Widerlagerhöhe unberücksichtigt. Analog zu den Mauerstärken waren die Widerlager je Fuß Höhe (ca. 31,4 cm) beispielsweise um ein Zoll (ca. 2,6 cm) zu verbreitern.⁵²⁴

Neben den graphischen Verfahren zur Festlegung der Widerlagerstärken existierten Proportionsregeln, die auf den Keilsteintheorien basierten. Diese Proportionsregeln wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. genau wie für die Festlegung der Gewölbestärken mit Zu- und Abschlügen für einzelne wichtig eingestufte Stabilitätsfaktoren wie Fugenausrichtung, Baumaterialien oder Gewölbeformen erweitert.⁵²⁵

Zu Grunde gelegt wurde in der Regel ein Gewölbebogen mit gleichmäßiger Gewölbestärke, der sich theoretisch aus Keilsteinen eines gleichartig dichten Materials zusammensetzte. Der angenommene Gewölbedruck wurde in Beziehung zur Gewölbekeillänge gesetzt, wobei dem einzelnen Keilstein eine trennende Wirkung zukam, die sich durch das Verhältnis der halben Steinbreite zur Steinlänge bestimmen lassen sollte. Das gleiche Verhältnis von Steinlänge zu Steinbreite wurde gleichzeitig für die Stabilität als ausschlaggebend auf das Verhältnis von Gewölbe- auf Widerlagenstärke übertragen.⁵²⁶ Veranschaulicht in Zahlen bedeutete dies zum Beispiel: Bei einer Keilhöhe von eineinhalb Fuß (ca. 47,1 cm) und einer größten Breite von achtzehn Zoll, somit der halben Breite von neun Zoll (ca. 23,4 cm). Damit ergab sich folgende Rechnung: $9 : 18 = 18 : 36 = 3$ Fuß für die Widerlagerstärke.⁵²⁷

Das Angebot diverser Faustregeln und Berechnungsmethoden, einschließlich dazu gehöriger Theorien zur Festlegung sowohl der Gewölbe- als auch der Widerlagenstärke, war wäh-

rend des 18. Jh. sehr unübersichtlich.⁵²⁸ In den Berechnungen wurden je nach Interesse unterschiedliche Faktoren wie Gewicht o.ä. und Besonderheiten der Keilsteine als zufällig festgelegte Formeln oder Festgrößen berücksichtigt, so dass zum Teil hochkomplizierte und wenig sinnvolle Berechnungen dabei entstanden.⁵²⁹

Genau wie bei der Festlegung der Gewölbestärken waren während des gesamten Untersuchungszeitraums einfache Verfahren oder Tabellenwerke gefragt, mit denen sich leicht die erforderliche Widerlagenstärke ermitteln ließ (Abb. 173). Komplexe und umständliche Festlegungsverfahren fanden daher wenig oder keine Beachtung.⁵³⁰

Zu den einfachen Faustregeln zählte in der ersten Hälfte des 18. Jh. die sogenannte „Chalische Regul“⁵³¹, wonach ein Viertel der Gewölbespannung die Widerlagerstärke ergab. In der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde das Widerlager mit fünf Sechstel der lichten Gewölbehöhe festgesetzt.⁵³²

Teils wurden die Widerlager in freistehende und solche in der Erde unterschieden. Während die Stärke der freistehenden Widerlager mit einem Viertel der Gewölbespannung festgelegt wurde⁵³³, genügte für die in der Erde ein Fünftel der Spannweite.⁵³⁴

Basierend auf der Gautierschen Formel zur Gewölbestärke wurde bis in die Mitte des 19. Jh. auch die Widerlagenstärke ermittelt.⁵³⁵ Aus der Herleitung der Gewölbestärke für halbkreisförmige Gewölbe wurde die Gewölbespannung in Fuß oder Schuh mit der gleichen Zahl als Gewölbestärke in Zoll übertragen.⁵³⁶ Die doppelte Gewölbestärke ergab die als erforderlich eingestufte Stärke der Widerlager.⁵³⁷ Die Regel besaß ihre Gültigkeit für Gewölbespannweiten bis zu vierundzwanzig Fuß (ca. 7,54 m). In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden für die Höhen der Widerlager unbestimmte Zuschläge nahegelegt oder auch eine vollständige Hintermauerung bei dieser Festlegungsmethode vorausgesetzt.⁵³⁸ Ebenso erfolgten Beschränkungen auf Bogenformen wie Halbkreis- und Spitzbogen.⁵³⁹

Die von dem Franzosen Jean Rondelet u.a. in leicht nachvollziehbaren Tabellenwerken zusammengestellten Widerlagerstärken erhielten in der ersten Hälfte des 19. Jh. größere Bedeutung.⁵⁴⁰ Ausgangsbasis war das Verhältnis von Widerlagenstärke zur Bogenspannung, welches je nach Bogenform variierte. Während für Halbkreisbogen die Widerlager mit einem Viertel,⁵⁴¹ einem Fünftel,⁵⁴² einem Siebtel⁵⁴³ oder einem Achtel⁵⁴⁴ der Gewölbespannung festgelegt wurden, fanden vergleichbare Werte mit einem Fünftel bis zu einem Achtel auch für überhöhte Bogen⁵⁴⁵ Anwendung. Sowohl für gedrückte Bogen als auch für Segmentbogen wurden Widerlagerstärken angenommen, die zwischen einem Drittel und der Hälfte der Gewölbespannung betrugen.⁵⁴⁶ Noch größere Widerlagerstärken wurden für scheinrechte Bogen mit zwei Drittel bzw. drei Vierteln⁵⁴⁷ der Gewölbespannung angesetzt. Teils beschränkte man diese Angaben auf in der Erde befindliche Widerlager.⁵⁴⁸

Eine weitere in der ersten Hälfte des 19. Jh. bekannte Regel zur Festlegung der Widerlagenstärke richtete sich ausschließlich nach der Gewölbespannung. Zusätzliche Faktoren fan-

in Ansehung der Festigkeit.

61

cken, die ein königl. dänischer Ingenieur entworfen, und welche von Hr. Böhm im VI Bande seines Magazins für Ingenieure und Artilleristen S. 93. bekannt gemacht worden, gar sehr überein.

Tafel, die Dicke der Widerlagen bei Tonnengewölbern unter einer gewissen Höhe und Entfernung der Widerlagen anzugeben.

Innere Entfernung der Widerlagen.	Höhe der keilsförmigen festen Steine.	Höhe der Widerlagen bis an den Schwibbogen.	Dicke der Widerlagen bei freistehenden Tonnengewölbern.	Dicke der Widerlagen bei abgedachten, und oben platten Tonnengewölbern.
Schu.	Sch. Zoll Lin.	Schu	Sch. Zoll Lin.	Sch. Zoll Lin.
6 -	1 3 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	2 2 3 2 3 3 2 4 1	
8 -	1 4 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	2 4 9 2 7 3 2 8 6	
10 -	1 5 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	2 10 7 2 11 10 3 1 11	3 4 10 3 7 5 3 9 1
12 -	1 6 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	3 2 10 3 4 3 3 5 4	3 9 8 4 1 6 4 2 6
14 -	1 7 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	3 7 3 3 8 10 3 9 10	4 2 10 4 5 10 4 8 3
16 -	1 8 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	3 11 4 4 1 9 4 1 9	4 7 8 4 10 9 5 1 3
18 -	1 9 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	4 3 5 4 5 2 4 6 3	5 1 3 5 3 10 5 6 5
20 -	1 10 1	6 - 1/2 - 8 - 1/2 - 10 - 1/2 -	4 8 1 4 8 10 4 10 7	5 5 2 5 8 6 5 11 7
25 -	2 1 6	- 1/2 - 12 - 1/2 -	5 11 2	7 3 1
30 -	2 3 1	- 1/2 - 12 - 1/2 -	6 9 8	8 3 5
35 -	2 5 6	- 1/2 - 12 - 1/2 -	7 8 3	9 3 8
40 -	2 8 1	- 1/2 - 12 - 1/2 -	8 6 7	10 3 6
45 -	3 1 1	- 1/2 - 12 - 1/2 -	9 7 4	11 5 1
50 -	3 4 1	- 1/2 - 12 - 1/2 -	10 7 4	12 5 4

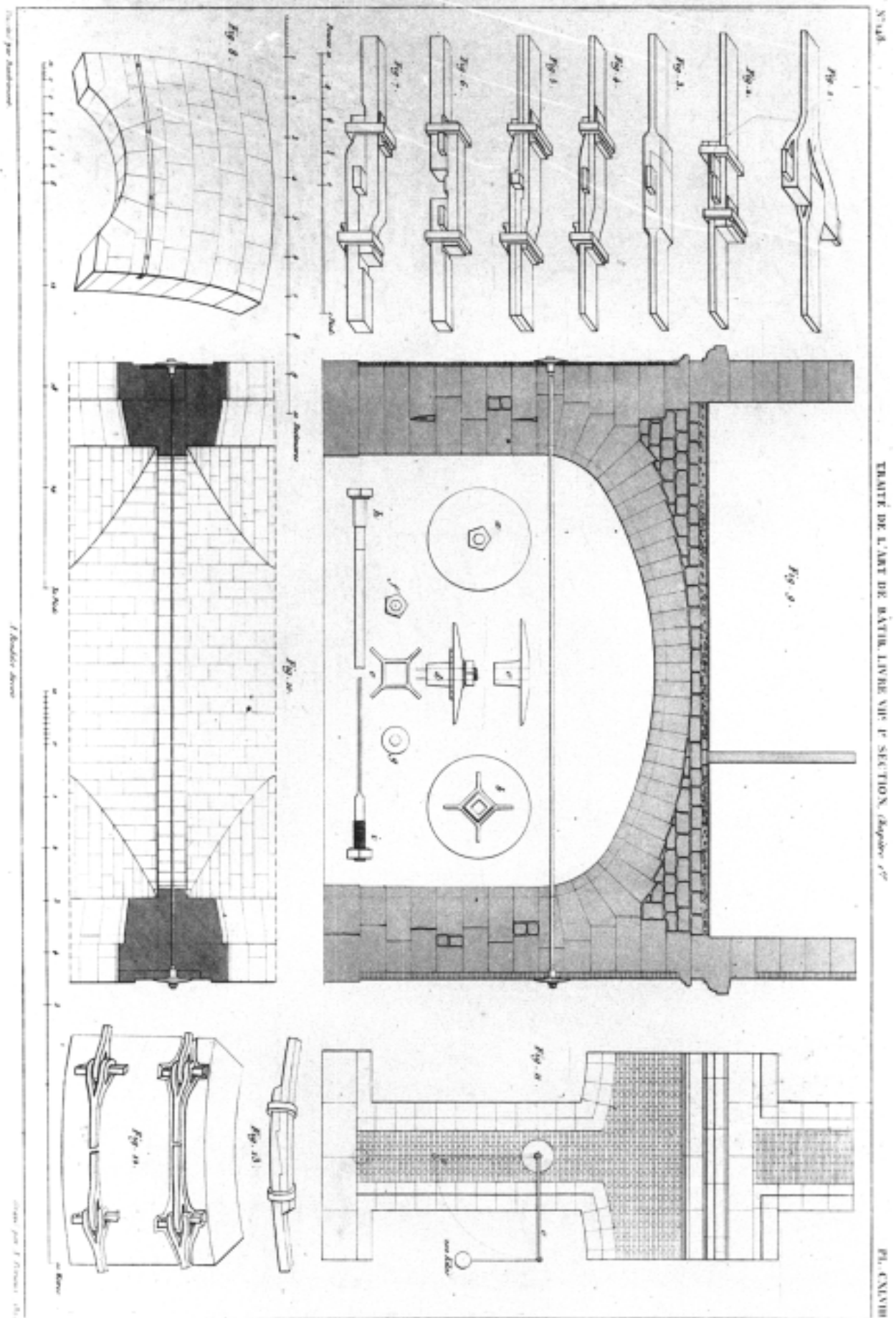


Abb.174 Rondelet 1812. Plan CXLVIII. Eisenanker zur Kompensation entstehenden Gewölbedrucks.

den dabei keine Berücksichtigung. Danach wurde die Stärke der Widerlager mit einem Fünftel für Spannweiten von zwanzig bis dreißig Fuß (ca. 628,0 bis 942,0 cm), einem Drittel für Spannweiten von dreißig bis sechzig Fuß (ca. 942,0 bis 1884,0 cm) sowie der Hälfte für Spannweiten von neunzig bis hundertzwanzig Fuß⁵⁴⁹ (ca. 2826,0 bis 3768,0 cm) festgelegt.

Während des gesamten Untersuchungszeitraums war man sich weitgehend bewusst, dass die entwickelten Tabellenwerke, Faustregeln und Berechnungsverfahren zur Festlegung der Widerlagerstärken genau wie die Festlegungen der Gewölbestärke nur grobe, oberflächliche Richtwerte waren, die keine definitiven Aussagen zur Standsicherheit ermöglichten.⁵⁵⁰ Ebenso war man sich im Klaren darüber, dass bei den bekannten Festlegungsverfahren weder Materialeigenschaften,⁵⁵¹ Lasten und deren Einwirkung⁵⁵² noch die Gewölbeform ausreichend berücksichtigt wurden.⁵⁵³ Die Situation zur Erfassung der erforderlichen Widerlager und deren Festlegung wurde Anfang des 19. Jh. folgendermaßen beschrieben:

„Die Erfahrung lehrt uns: daß viele Bogen bei schwachen Widerlagen unbeweglich stehen, viele die stärksten Widerlagen über den Haufen stoßen, und oft sehr zufällige Dinge, als: schlechte Ziegel und Verbindungsmaterialien, und unrichtige, den Wölbungslehren und den Fugenschnitten zuwider laufende Konstruktionen den Einsturz der Gewölbe befördern“⁵⁵⁴.

Aus Sicherheitsgründen wurde daher häufig nahegelegt, bei der praktischen Umsetzung die Ergebnisse der angewandten Theorien oder Berechnungen stets größer zu wählen⁵⁵⁵ oder durch Strebepfeiler oder eiserne Zuganker die Widerlager zusätzlich zu unterstützen.⁵⁵⁶ Obwohl sich während des gesamten Untersuchungszeitraum umfassende Berechnungen mit dem tatsächlich zu erwartenden Seitendruck und darauf abgestimmte Widerlager nicht bestimmen ließen, so war dies jedoch angestrebte Ziel.⁵⁵⁷

Anker

Um auf Material und Platz beanspruchende Steinwiderlager zu verzichten, wurden vor allem in oberirdischen Gewölben hölzerne, und dort wo sie verfügbar waren, eiserne Anker oder Ketten eingesetzt.⁵⁵⁸ In der Regel wurden Anker mit reduzierten steinernen Widerlagern kombiniert angelegt.⁵⁵⁹ Die Anker wurden bei Gewölbebogen teils in Höhe der Kämpfer oder etwas höher angelegt.⁵⁶⁰ Gelegentlich wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jh. bevorzugt die Anker über den Gewölben angelegt⁵⁶¹ (Abb. 112, Fig. LIX.). In der ersten Hälfte des 19. Jh. war es nahezu selbstverständlich, bei Gewölben in den oberen Geschossen gezielt Anker und ganze Ankersysteme über den Gewölben in den Fußbodenaufbau einzubeziehen⁵⁶² (vgl. S. 345 ff.). In Abbildung 174 sind einige konstruktive Ausführungen dargestellt. Eiserne Zuganker erhielten für die Gewölbekonstruktion in der ersten Hälfte des 19. Jh. eine immer größere Bedeutung,⁵⁶³ wenngleich die thermischen Längenveränderungen des Eisens ab der Mitte des 19. Jh. zumindest theoretisch bekannt waren.⁵⁶⁴

5.2. GEWÖLBEBECONSTRUKTIONEN

Gewölbe zu errichten war während des gesamten Untersuchungszeitraums immer mit einem hohen baulichen und finanziellen Aufwand verbunden, so dass deren Errichtung auf das Notwendigste entsprechend den Bedürfnissen und Nutzungen beschränkt wurde.⁵⁶⁵ Ebenso stellte die Gewölbeherstellung erhöhte handwerkliche Anforderungen, die nicht von allen Maurern erfüllt wurden. In der Mitte 18. Jh. galten Gewölbe, zumal Kreuzgewölbe, als „Meister-Stückchen“⁵⁶⁶. Die architektonische Bedeutung der Gewölbe nahm während des 18. Jh. zu,⁵⁶⁷ und Gewölbe wurden als ein „nur durch die höhere Mathematik zu erklärendes Kunststück“⁵⁶⁸ beschrieben, dessen Volumen sowie die Ermittlung der Materialmengen, der genauen Steinformen und die Bestimmung der einzelnen Gewölbeformen gesellschaftlich hochgeachtete mathematische Kenntnisse voraussetzte. Die geometrische Erfassung der Gewölbeformen wurde im letzten Drittel des 18. Jh. als „sehr verführerisch für einen Architekten“⁵⁶⁹ angesehen⁵⁷⁰ und die Gewölbe als etwas „Großes und Kühnes“⁵⁷¹ beurteilt. Noch um 1800 wurde die Beschränkung auf Keller- und nötigenfalls Erdgeschossgewölbe mit den mangelnden mathematischen Kenntnissen der Architekten erklärt.⁵⁷² Die durch die Gewölbe hervorgerufene optische Raumwirkung wurde als Weite und Festigkeit interpretiert.⁵⁷³ Die Gewölbekonstruktion wurde auch in der ersten Hälfte des 19. Jh. als der schwierigste Teil der Baukunst beurteilt,⁵⁷⁴ weshalb bei der Errichtung Maurer zugegen sein sollten.⁵⁷⁵

Entsprechend der hohen gestalterischen, repräsentativen, aber auch sozialen Bedeutung zählten gewölbte Decken zur notwendigen Ausstattung für Prachtbauten wie Kirchen, Rathäusern und Schlösser.⁵⁷⁶ Die eingesetzte Gewölbekonstruktion dieser Repräsentationsgewölbe war dabei von untergeordneter Bedeutung. Zum Beispiel wurde die Kuppel der Hedwigskathedrale in Berlin nicht als Steinkuppel, sondern als eine mit Putz verkleidete Holzkonstruktion ausgeführt. Auch als dünne Steinwölbungen waren Gewölbe in der Regel nicht belastet, und die Lasten der darüber folgenden Geschosse wurden durch überspannende Balkendecken getragen.⁵⁷⁷ Zu den prägenden Gewölbeformen des 18. Jh. zählten das Tonnen-, Kreuz-, Kloster-, Spiegel-, Muldengewölbe und die verschiedensten Kuppelgewölbe⁵⁷⁸ (Abb. 175).

Aufgrund der Orientierung als gebogene Decke wurde auch das Spiegelgewölbe den Gewölben zugeordnet. Das Spiegelgewölbe wurde während des gesamten Untersuchungszeitraums in der Regel als verkleidete Holzbalkendecke mit innen abschließenden Gipsputzarbeiten ausgeführt.⁵⁷⁹ Merkmal der Spiegelgewölbe war der scheinrechte Gewölbespiegel mit rundem, ovalem, rechteckigem oder quadratischem Grundriss, der zu den Wänden durch eine Hohlkehle, beispielsweise einen Viertelkreis, eingefasst war.⁵⁸⁰ Mit der gestalterischen Umschreibung eines heiteren und festen Ansehens⁵⁸¹ besaß das Spiegelgewölbe für größere Räume und repräsentative Säle hohe gestalterische Qualitäten.⁵⁸² Im engen Sinne der Ge-

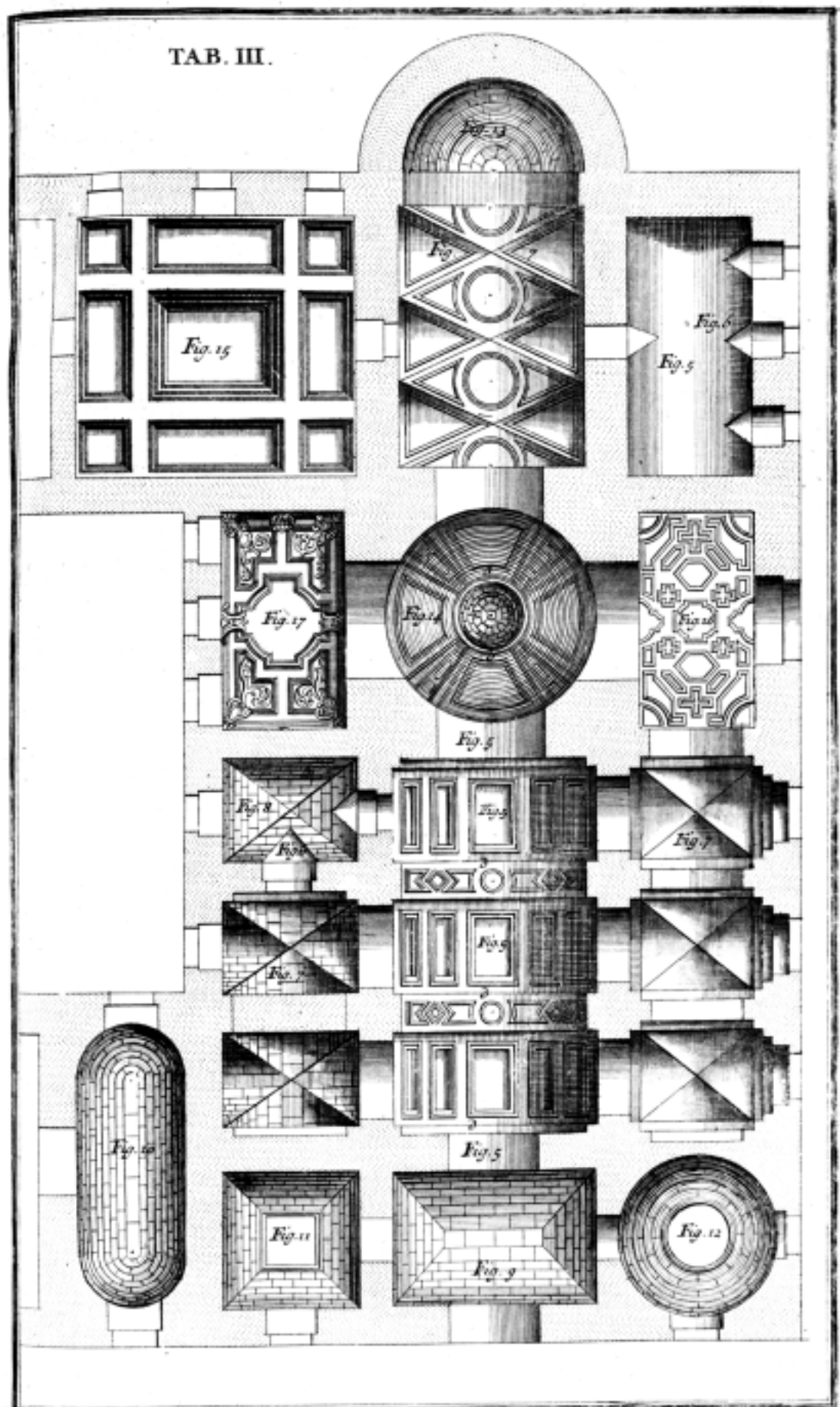


Abb.175 Sturm 1745. Tafel III. gebräuchliche Gewölbeformen während des 18. Jh.

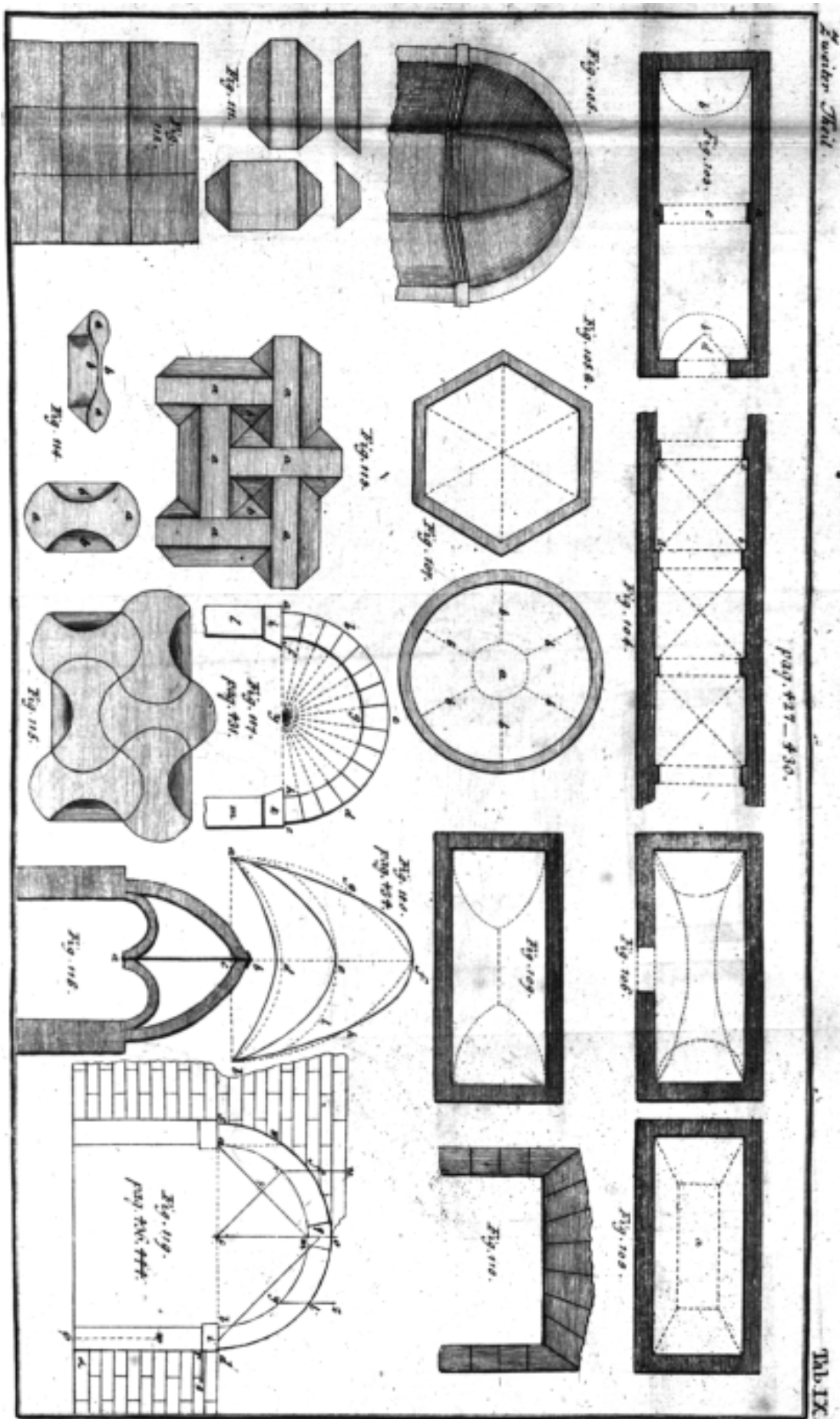


Abb.176 Stieglitz, 1794. Tafel IX.

wölbedefinition war das Spiegelgewölbe wegen der fehlenden Gewölbekeile eine Deckenkonstruktion. Anstelle einer üblichen Holzbalkendecke wurde eine Steinkonstruktion aus ineinander verzahnten, sich selbsttragenden Formsteinen zu Beginn des 18. Jh. angeführt,⁵⁸³ die für die praktische Ausführung, schon wegen der enormen Herstellungskosten⁵⁸⁴ unbedeutend blieb.

Die Franzosen Abeille und Truchet hatten diese sich selbst tragenden über- und unterschneidenden verzahnten Deckensteine für flache Steindecken entwickelt,⁵⁸⁵ möglicherweise durch den Athener Theseustempel angeregt.⁵⁸⁶ Die von Abeille entwickelten Deckensteine sind auf der Abbildung 176 in den Figuren 111-113 und die von Truchet erfundenen Steine in den Figuren 114 und 115 dargestellt. Die Deckensteine wurden trotz ihrer faktischen Bedeutungslosigkeit in der konstruktiven Bauliteratur bis in das 19. Jh. immer wieder mit angeführt.⁵⁸⁷

Die Gewölbeformen, die nicht zuletzt für die Gewölbedefinition in der zweiten Hälfte des 18. Jh. immer wichtiger wurden, führten dazu, die Gewölbe auf Tonnen-, Kappen- und Kreuzgewölbe⁵⁸⁸ als unterschiedlich zu variierende Grundformen zurückzuführen.⁵⁸⁹ Während im 16. Jh. das Kreuzgewölbe noch nahezu gleichwertig angeführt wurde,⁵⁹⁰ kam dem Halbkreisbogen mit dem daraus abgeleiteten „Rundgewölbe“⁵⁹¹ als Zylinder und Kugel durch antike Vorbilder⁵⁹² bis in das 19. Jh. die Stellung der schönsten und vollkommensten und auch stabilsten Gewölbeformen überhaupt zu.⁵⁹³ Selbstverständlich basierte der Stabilitätsvergleich auf einer Gewölbeausführung mit keilförmigen Steinen.⁵⁹⁴ Gestalterisch und statisch idealisiert wurden alle Bogenlinien, wie Zirkelstück, bzw. Segmentbogen, flache Ellipse, aber auch der scheinrechte Bogen, die vom Halbkreisbogen abgeleitet wurden.⁵⁹⁵ Gestalterische Wertschätzung und angenommene Stabilität der Bogenform wurden zusammengefasst. Entsprechend der gestalterischen Bedeutung nahm der vermeintliche Seitendruck vom Halbkreisbogen über den gedrückten Bogen, der flachen Ellipse, dem Segmentbogen und dem scheinrechten Bogen jeweils zu.⁵⁹⁶ Einzig akzeptierte Ausnahme stellte der Spitzbogen dar, der gestalterisch zwar nicht überzeugte, dessen geringerer Seitendruck aber um 1800 nicht mehr umstritten war.⁵⁹⁷ Eng verknüpft mit der neuen Betrachtungsweise von Gewölbeformen war deren geometrische Erfassung, wodurch sich ein Formenvergleich ab dem letzten Drittel des 18. Jh. nicht mehr ausschließlich auf die jeweilige Bogenlinie beschränkte, sondern auf die dreidimensionale Gewölbeform ausweitete. Beschrieben wurde dieser Schritt als Unterscheidung „nach Linie und Form“⁵⁹⁸ bzw. „nach der Linie und nach der Gestalt“⁵⁹⁹. In dieser dreidimensionalen Gewölbeerfassung nahmen Kuppel und Kreuzgewölbe eine höhere Stabilitätsstufe ein als Halbkreisbogen und Tonnengewölbe.⁶⁰⁰ Ungeachtet aller Stabilitätsvorstellungen diente der Halbkreisbogen noch in der Mitte des 19. Jh. als Richtwert oder Richtgröße aller statischen Überlegungen.⁶⁰¹ Von reinen geometrischen Grundformen abweichende Mischformen wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. als

unrein, bzw. sinn- und geschmacklos abgelehnt.⁶⁰² In die neue ästhetische Beurteilung dreidimensionaler Gewölbeformen flossen, wenn auch selten klar herausgestellt, statische Überlegungen, aber auch genauere bauhistorische Betrachtungen ein⁶⁰³ (vgl. S. 334 ff.). Ausgehend von Tonnengewölbe, Kuppel, Klostergewölbe und Kreuzgewölbe als Grundformen nahm die Formenvielfalt der im 19. Jh. ausgeführten Gewölbe nicht zuletzt angeregt durch historische Gewölbekonstruktionen und Formen erheblich zu. Eine Folge dieser Untersuchungen war beispielsweise in der ersten Hälfte des 19. Jh. der gestalterische Einsatz der Fächergewölbe für das Schloss Camenz in Schlesien oder den Börsensaal in Frankfurt am Main,⁶⁰⁴ eine bis dahin in Deutschland sehr ungewöhnliche Gewölbeform.

Die aus gestalterischen Gründen ausgewählten Gewölbeformen wurden wie in den Jahrhunderten zuvor durch Putzträger aus Holz oder Metall ausgebildet.

Den Steingewölben kam vor allem als Brandschutzmaßnahmen für die großen öffentlichen Gebäude als neuer Bauaufgabe des 19. Jh. wachsende Bedeutung zu.⁶⁰⁵ Ebenso nahmen die Steingewölbe bei der Rekonstruktion, Ergänzung historischer Monumente⁶⁰⁶ oder der Errichtung eklektischer Neubauten einen hohen Stellenwert ein. Die verstärkte Auseinandersetzung mit den Gewölben hatte zur Folge, dass in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. besonders hohe, steile Gewölbeformen als sehr repräsentativ beurteilt wurden.⁶⁰⁷

Für Gewölbekonstruktionen abseits repräsentativer Funktionen wurde ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. angestrebt, deren Konstruktionshöhe zu reduzieren, um die Nutzbarkeit zu verbessern und die Herstellungskosten zu senken.⁶⁰⁸ Die flachen Gewölbe stellten jedoch wegen des zu erwartenden hohen Seitenschubs „für die neuere Baukunst eine schwere Aufgabe“⁶⁰⁹ dar.

Zu den für das 19. Jh. wichtigsten Flachgewölben bzw. Decken zählten sowohl die sogenannte „böhmische“ und „preußische Kappe“⁶¹⁰ als auch Eisen unterstützte Hohlsteindecken⁶¹¹ (vgl. S. 339 ff.). Die flachen Gewölbe⁶¹² ließen sich genau wie Kuppeln und Kreuzgewölbe leicht in Stützraster einbinden. Dennoch blieben Steingewölbe in der ersten Hälfte des 19. Jh. bei Profanbauten in der Regel auf Keller- und gesondert vorgeschriebene Brandschutzgewölbe beschränkt.⁶¹³ Verbreitete Wunschvorstellung war es, flache Gewölbe je nach Anforderung mit geringem Herstellungsaufwand für Wirtschafts-, Wohn- und Gesellschaftsgebäude einsetzen zu können.⁶¹⁴

Ein weiterer ökonomischer Aspekt bestand im letzten Drittel des 18. Jh. darin, Gewölbe nach dem geringsten Rüstungsaufwand auszuwählen und wenn möglich gänzlich auf ein Gerüst zu verzichten. Zu solchen sparsamen Gewölbekonstruktionen wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. die aus Ziegeln⁶¹⁵ errichteten Kreuz- oder sphärischen Gewölbe,⁶¹⁶ aber auch Kappengewölbe gezählt.⁶¹⁷ Während die Grate der Kreuzgewölbe noch durch Lehrbögen unterstützt wurden,⁶¹⁸ wurden Gerüste zur Errichtung der Kuppeln und böhmischen Kappen für nicht erforderlich erachtet.⁶¹⁹

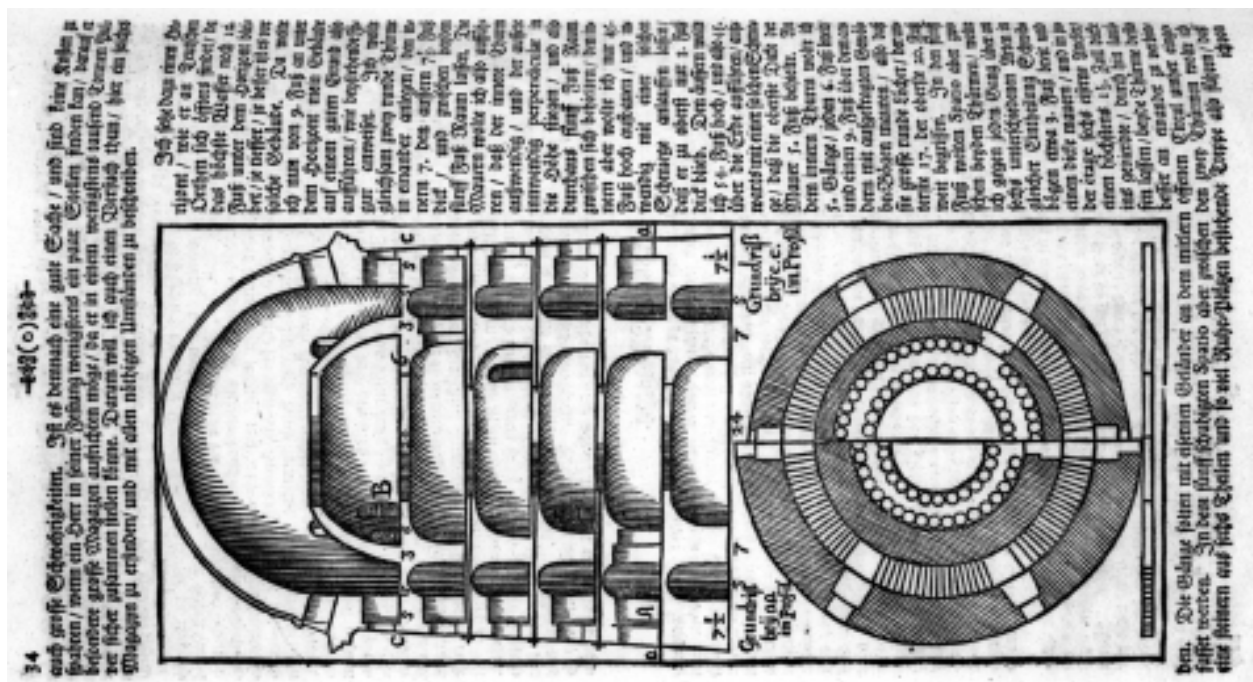


Abb.177 Sturm M DCC XIX (1719), S. 34. ein bombensicheres Gewölbe um schützenswerte Güter, beispielsweise Schießpulver zu lagern.

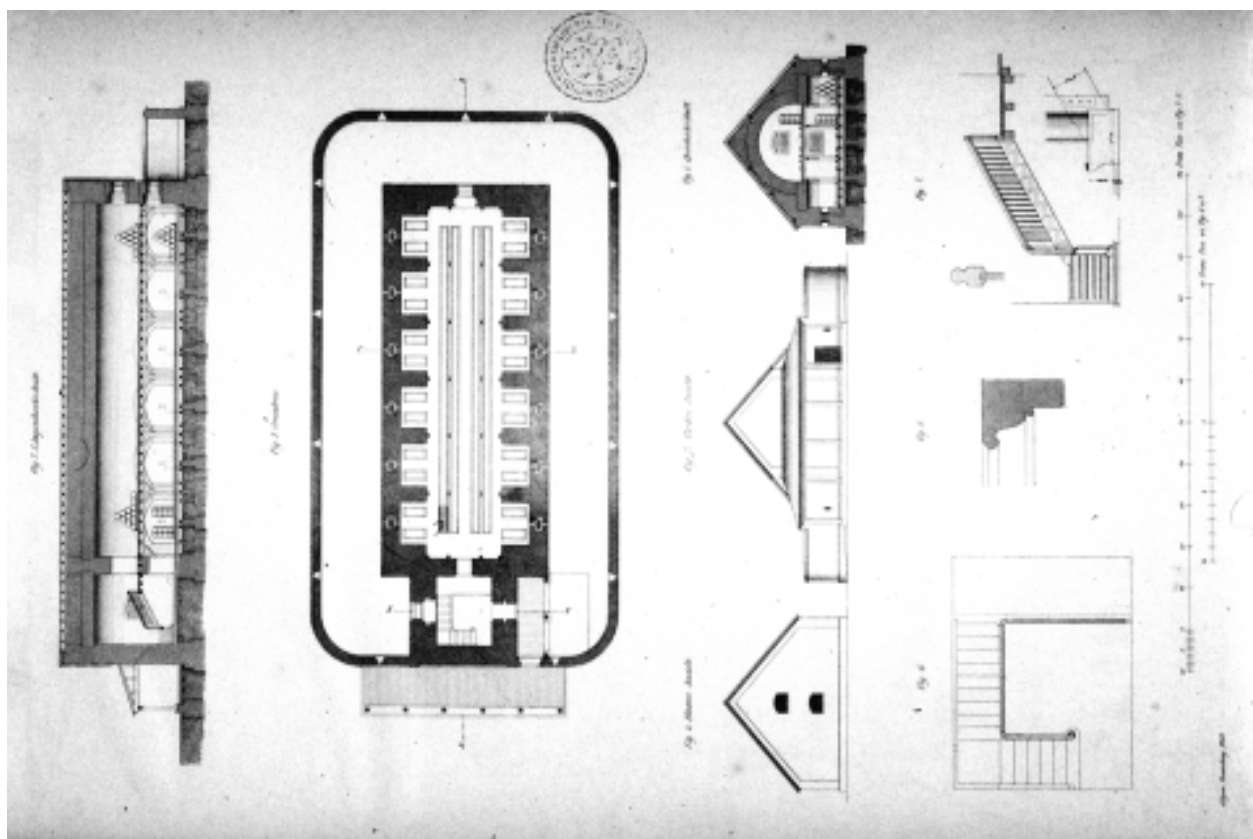


Abb.178 Schmauß v., 1849. Blatt 256. Die Kriegspulvermagazine der Festung Germersheim

5. GEWÖLBE

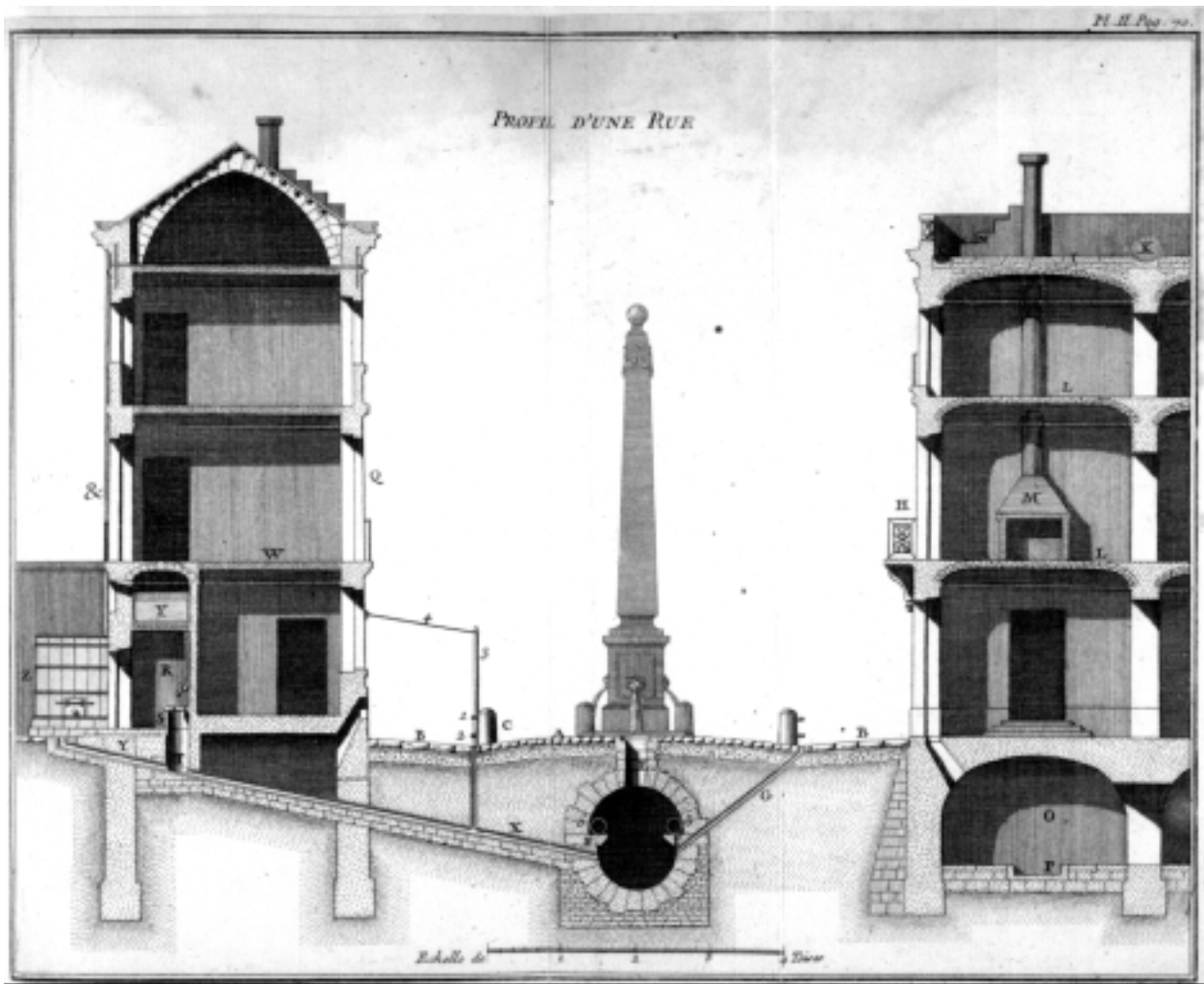


Abb.179 Patte M.DCC.LXIX. (1769). Plan II. Brand- und Bombensichere Gewölbe und Decken für deren Herstellung kein Holz verwendet wurde.

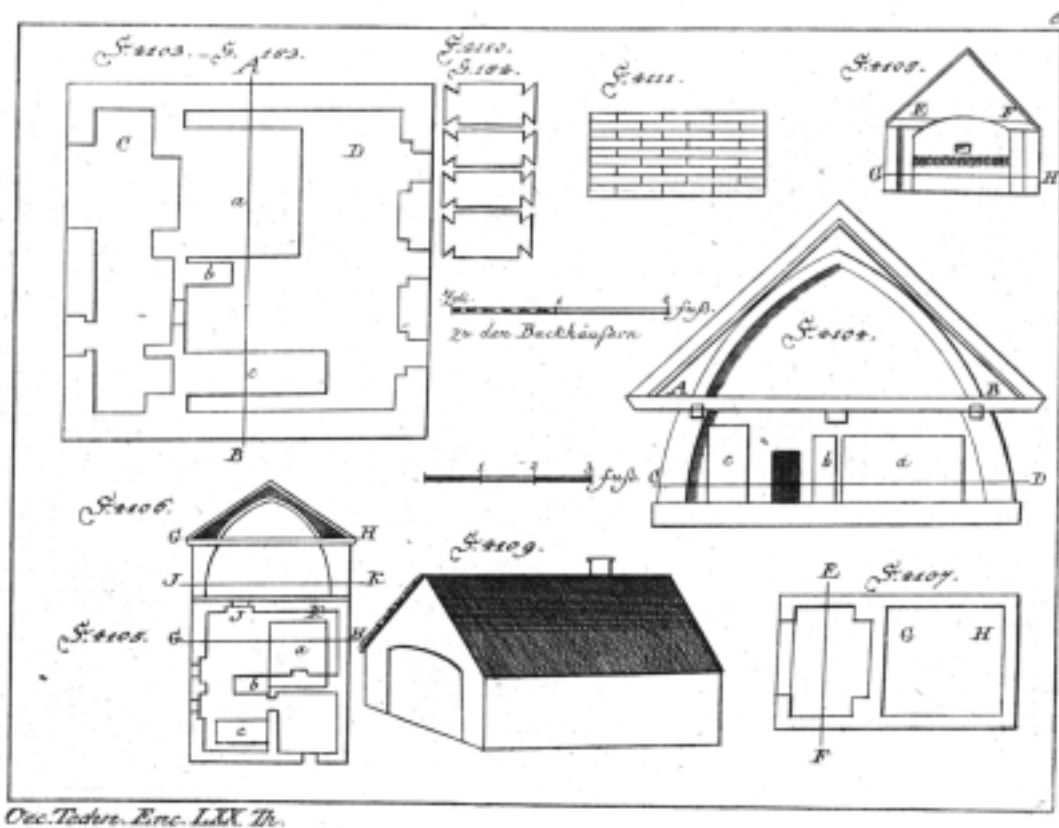


Abb.180 Krünitz, 1796. Tafel 6. vermeintlich feuersichere Bauten mit aus Lehmsteinen gewölbten Dächern.

Bogen und Gewölbe wurden in der ersten Hälfte des 18. Jh. vorrangig aus gestalterischen Gründen im Scheitel überhöht,⁶²⁰ während in der ersten Hälfte des 19. Jh. das Überhöhen vor allem aus statischen Überlegungen erfolgte.⁶²¹ Bevorzugt wurden Tonnen-, Kappen- und Kreuzgewölbe überhöht.⁶²² Ein Halbkreisbogen galt als überhöht, wenn die Höhe größer als die halbe Gewölbebreite ausfiel.⁶²³ Andere Bezeichnungen für überhöhte Bogen oder Gewölbe waren „gebürstet“⁶²⁴ oder „gestochen“⁶²⁵. Im umgekehrten Fall, bei einer geringeren Höhe als die halbe Gewölbebreite, war der in der Regel als Orientierung angeführte Halbkreisbogen gedrückt.⁶²⁶

Ausgehend von den Keilsteintheorien ließ sich der gedachte Gewölbemittelpunkt bei einem gedrückten Bogen auf der Vertikalachse nach oben verschieben.⁶²⁷ Durch das sogenannte „überwölben“⁶²⁸ verschob sich die Fugenausrichtung der Gewölbekeile. Allerdings durfte der Gewölbemittelpunkt nicht zu stark verschoben werden, da ansonsten eine Gewölbeschwächung zu befürchten war.⁶²⁹ Im Unterschied zum Überwölben galt ein Gewölbe bei einem tiefer gesetzten Mittelpunkt als „unterwölbt“ bzw. „untersetzt“⁶³⁰. Die Gefahr war allerdings groß, dass dann die Gewölbesteine durchrutschten. Als konstruktive Maßnahme zur Erhöhung der Gewölbestabilität war das Über- bzw. Unterwölben jedoch ohne Belang; es diente vielmehr der optischen Ausrichtung sichtbarer Werksteinbogen.⁶³¹

BOMBENFESTE GEWÖLBE

Die den Gewölben zugeschriebene „Beständigkeit“⁶³² zum Schutz von wertvoll und wichtig erachteten Gütern vor Diebstahl und Feuer war eines der wesentlichen Motive, Gewölbe anzulegen.⁶³³ Insbesondere für militärische Bauwerke kam den schützenden Gewölben große Bedeutung zu. Besonders schutzwürdig waren Lagerstätten für Schießpulver (Abb. 177). Daher wurden diverse Bauwerke mit bombensicheren Gewölben bis in das 19. Jh. erfunden.⁶³⁴

Als das sicherste bombensichere Gewölbe galt bis in das 19. Jh. das halbkreisförmige Tonnengewölbe, so wie es in Abbildung 174 oder 178 dargestellt ist (beispielsweise mit einer Spannweite um vierzehn Fuß⁶³⁵ (ca. 4,40 m)). Dabei wurde das Gewölbe mit einem dachähnlichen Abschluss oder in einem 90°Winkel, der sogenannten „Absattelung“⁶³⁶, versehen, oder es wurde in das Erdreich eingegraben.⁶³⁷ Die Gewölbekonstruktion wurde in der Mitte des 19. Jh. noch allgemein als „Vauban'sche Konstruktion“⁶³⁸ bezeichnet und war mit unterstützenden Strebepfeilern und Nischengewölben versehen. Neben dem Halbkreisbogen wurden auch Spitzbogen und Segmentbogen als bombenfeste Gewölbe akzeptiert, bei letzterem, wenn die Verstärkung dreiviertel der Gewölbespannung betrug.⁶³⁹ Entgegen den empirischen Erkenntnissen über die Gewölbestabilität wurde für die bombensicheren Gewölbe an den Keilsteintheorien als vermeintlich stabilster Wölbung bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. festgehalten.⁶⁴⁰

Die Umsetzung bombensicherer Gewölbe war jedoch nicht allein auf Festungsbauwerke beschränkt, sondern wurde in der zweiten Hälfte des 18. Jh. durchaus für alle Bauwerke als erstrebenswert erachtet.⁶⁴¹

GEWÖLBTE DÄCHER

Eine vielbeachtete Variante der bombensicheren Gewölbe war in der zweiten Hälfte des 18. Jh. vor allem in Frankreich das gewölbte Dach⁶⁴² (vgl. S. 339 ff., 350 ff.). Solche Dächer wurden beispielsweise in „Tuluse“⁶⁴³ (Toulouse) und in Paris mit der Halle au Blé (1769) von Le Camus de Mezieres⁶⁴⁴ ausgeführt⁶⁴⁵ und fanden viel Aufmerksamkeit. Dessen ungeachtet stellten die gewölbten Dächer eine willkommene Brandschutzmaßnahme dar,⁶⁴⁶ die ohne Holz errichtet werden konnte⁶⁴⁷ (Abb. 179). Die Dachform entsprach einer Spitzbogentonnen⁶⁴⁸, die entweder einer inneren Halbkreiswölbung⁶⁴⁹ (beispielsweise an der Place de Louis XV.)⁶⁵⁰ oder einem hintermauerten Halbkreisbogen, der durch einen Drempeel begrenzt war, folgte.⁶⁵¹ Derartige Dachwölbungen wurden in der Regel durch Eisenanker in oberen Geschossdeckenebenen gehalten.⁶⁵²

Ende des 18. Jh. sorgten die noch heute existierenden gewölbten Dächer für acht Wohnhäuser des Obersten von Neumann, Sohn von Balhsar Neumann, in Mainz für Aufmerksamkeit.⁶⁵³ In der Absicht, die für den Schub notwendigen Steinwiderlager zu vermeiden, wurden für das gewölbte Dach gespannte Eisenanker eingesetzt.⁶⁵⁴ Neben tonnenartig gewölbten Dächern wurden auch Kuppeln oder Hauben als Dachformen angeführt.⁶⁵⁵ In Deutschland fand die durch den französischen Grafen d’Espie vorgestellte Konstruktion gewölbter Dächer bis in das 19. Jh. in der Bauliteratur größere Beachtung. Ein „[Probe]Bewurf mit Bomben“⁶⁵⁶ verursachte einzelne Löcher im Dach, führte jedoch nicht zum Einsturz, weshalb diese Dächer bis in das 19. Jh. als „bombenfest“⁶⁵⁷ galten⁶⁵⁸ (vgl. S. 339, 350 ff.). Die Besonderheit dieser Dachgewölbe waren deren zweischichtige Gewölbeschale und die gereihten dünnen Mauerscheiben (Abb. 203).

Vorrangig zur Holzeinsparung und zur Verbesserung des Brandschutzes wurden steinerne Dachgewölbe Ende des 18. Jh. in der preiswerten Ausführung mit Lehmsteinen kombiniert.⁶⁵⁹ Ein solches feuersicheres Probegewölbe ließ der Baubeamte Jachtmann um 1790 auf seinem Anwesen in Königs-Wusterhausen, Landkreis Dahme-Spreewald, aus Lehmputzen errichten⁶⁶⁰ (heute nicht mehr vorhanden) (Abb. 180, Fig. 4105, 4106). Vergleichbare Versuche mit spitzbogigen gewölbten Lehmdächern wurden Ende des 18. Jh. in Thüringen mit der Absicht durchgeführt, Prototypen nicht brennbarer und holzsparender Landbauten zu entwickeln.⁶⁶¹

Mit gleichartiger Zielsetzung, jedoch ohne die notwendige Unterstützung suchte der Baubeamte J.F.R. Steiner, gewölbte Dächer aus Lehmputzen versuchsweise zu errichten. Dabei sollten die Steine in liegenden Ringschichten angelegt werden⁶⁶² (Abb. 181). Durch geson-

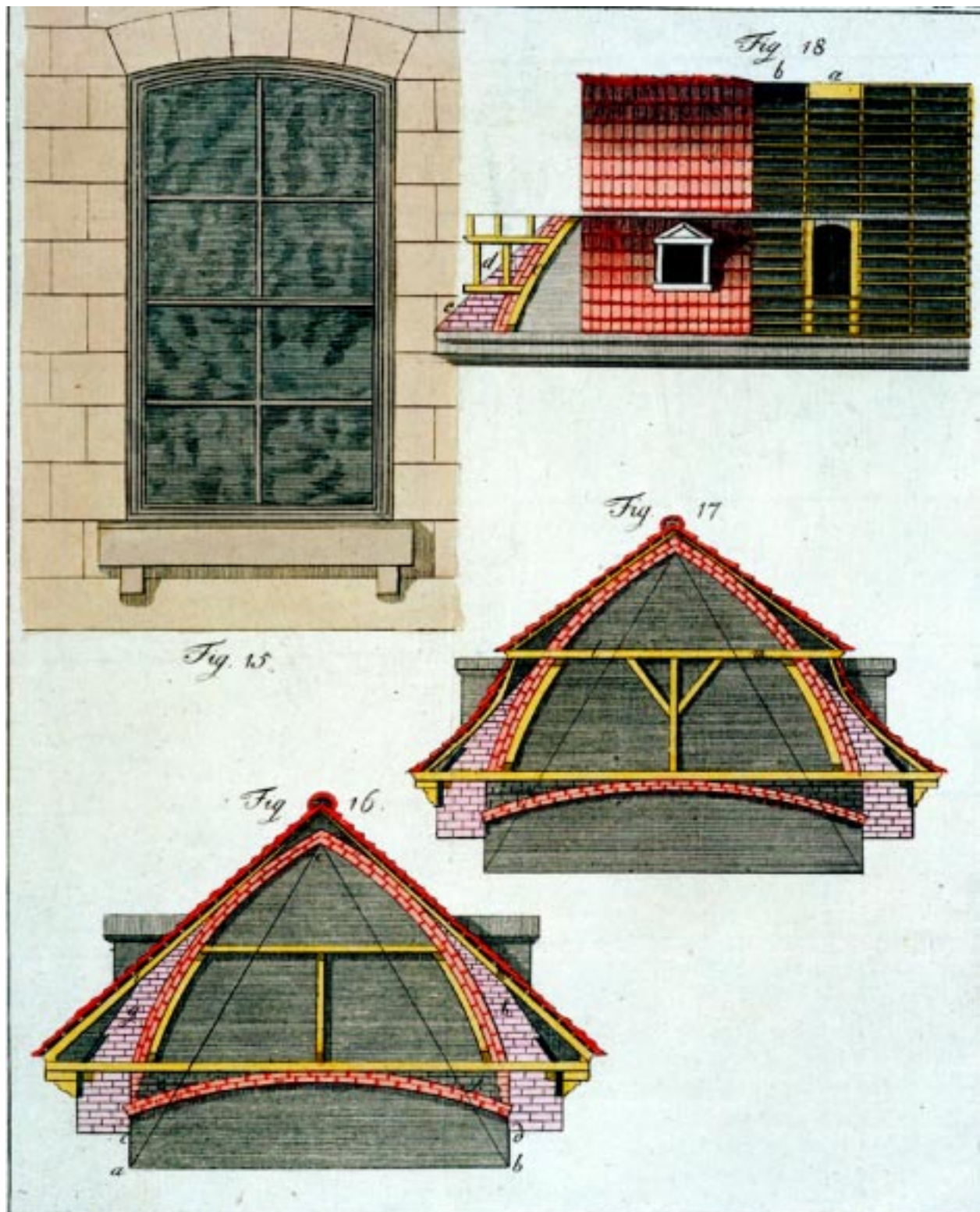


Abb.181 Steiner, 1803. Tafel III. gewölbte vermeintlich bombensichere und brandsichere Dächer für deren Herstellung neben Ziegeln auch Lehmsteine in Erwägung gezogen wurde.

5. GEWÖLBE

derte Schlusssteine beabsichtigte er, den Gewölbescheitel leichter herzustellen.⁶⁶³ Um den Gewölbeschub zu kompensieren, sah er hölzerne überkämmte Ankerbalken vor, die zum Brandschutz vollständig mit Eisenplatten verkleidet werden sollten.⁶⁶⁴ Die Vorschläge Steiners fanden durch das preußische Ober-Bau-Departement als das „non-plus-ultra aller Feuer-sicherheits-Maasregeln“⁶⁶⁵ größte Zustimmung. Dennoch hielt die preußische Baubehörde eine Realisierung für zu aufwendig.

GEWÖLBTE HÄUSER

Kegel- oder tonnenförmige Bauwerke wurden im letzten Drittel des 18. Jh. und in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. als weitere Möglichkeit diskutiert, preiswerten und einfachen Wohnraum zu schaffen.⁶⁶⁶ Solche gewölbten Häuser erlaubten wie die Dachgewölbe, Bauholz einzusparen und den Brandschutz zu erhöhen. Für diese einfachen Bauwerke bot sich wieder der Lehm als preiswertes Baumaterial an. Ein solches schematisch in Abbildung 180, Figur 1404 dargestelltes gewölbtes Haus soll aus Lehmputzen in der Mark Ende des 18. Jh. errichtet worden sein. Die aufgekämmten Ankerbalken verliefen frei durch das gesamte Gebäude. Dennoch wurde das Gebäude als nicht brennbar eingestuft.⁶⁶⁷ Bei einem vergleichbaren Gebäude wurde um 1800 vorgeschlagen, den unteren Gewölbeteil als Kragwölbung auszuführen und das gesamte Gebäude mit einem vermeintlich vor der Witterung schützenden Gipsüberzug zu überziehen.⁶⁶⁸

Ebenfalls mit der Wunschziel, preiswert einfache Unterkünfte zu entwickeln, setzte der Fürstlich Lippische Landbaumeister Wilhelm Tappe Anfang des 19. Jh. die zeitgenössischen wissenschaftlichen Gewölbeerkenntnisse baulich um. Ausgehend von einem wenig Seitendruck ausübenden Spitzbogen, wurde dieser mit einer seitendruckfrei angenommenen kreisrunden Kuppel kombiniert. Durch Anleihen in der Natur suchte Tappe die Gesamtform des Gebäudes analog einem Vogelei oder Schädeln zu optimieren.⁶⁶⁹ Die Gebäude wurden ohne Gerüst aus Lehmsteinen errichtet. Die Steine des gewölbten Hauses wurden in Ringschichten angeordnet⁶⁷⁰ und anschließend mit Strohpuppen eingedeckt.⁶⁷¹ Ein solches Gebäude wurde 1818/1819 in Oesterholz zwischen Detmold und Paderborn tatsächlich ausgeführt.⁶⁷² Die gewölbten Häuser stießen auf erhebliche Ablehnung, weil sie nicht dem gängigen architektonischen Schönheitsideal entsprachen.⁶⁷³ Dennoch stellten weitere Versuche mit gewölbten Häusern in der ersten Hälfte des 19. Jh. die Möglichkeit dar, wissenschaftliche Erkenntnisse, wie die ideal eingestufte Kettenlinie, aber auch neue Baustoffe, wie Wassermörtel und Steinkohlenteer praktisch, konstruktiv ohne tradierte gestalterische Vorgaben umzusetzen können.⁶⁷⁴

Sowohl die gewölbten Dächer als auch die gewölbten Häuser der zweiten Hälfte des 18. und der ersten Hälfte des 19. Jh. stellten einen Bruch mit dem überlieferten Architekturver-

ständnis dar, weshalb ihre praktische Umsetzung Ausnahmen blieben und diese Formen für Repräsentationsbauten nicht angewendet wurden.

TREPPENGEWÖLBE

Treppenanlagen in profan genutzten Bauwerken wurden während des 18. Jh. in der Regel als Holztreppe ausgebildet, während in Repräsentationsbauten steinerne Treppenanlagen bevorzugt wurden. Dabei wurden die Werksteinstufen auf Mauerscheiben und bei größeren repräsentativen Treppenanlagen auf Bogen gelagert.⁶⁷⁵ Zwischen den Bogen wurden sowohl Segmentbogentonnen als auch flache Kreuzgewölbe, dem Treppenverlauf angepasst, eingezogen, wie sie beispielsweise bei einigen Treppenhäusern des Neuen Palais angelegt wurden. Solche sogenannten „geschobenen Gewölbe“ wurden auch als „Schwanenhalsgewölbe“ bezeichnet.⁶⁷⁶ Es ist davon auszugehen, dass Gewölbe aufwendiger Treppenanlagen während des 18. Jh. mit Eisenankern verspannt wurden. Bis in das 19. Jh. stellten steinerne Treppenanlagen in Gebäuden, mit Ausnahme der Kellertreppen,⁶⁷⁷ eine repräsentative Besonderheit dar.

In der Absicht, in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. feuerbeständige Treppenanlagen in allen deutschen Ländern einzuführen,⁶⁷⁸ wurden gewölbte steinerne Treppenanlagen bei öffentlichen und zunehmend auch bei privaten Bauwerken verstärkt als Rettungswege eingefordert.⁶⁷⁹ Als „unverbrennliche Treppen“⁶⁸⁰ definiert wurden 1853 reine Eisen- und massive Treppen mit und ohne Holzstufe durch die Berliner Bau-Polizei-Ordnung vorgegeben. Bis in die 60er Jahre des 19. Jh. war sicherzustellen, dass jede Wohnung über mindestens einen Zugang zu einer solchen Treppenanlage verfügte.

Im Wesentlichen wurden drei Konstruktionsarten der steinernen Treppen unterschieden. Die einfachste Form bestand darin, eine Treppe zwischen festen Mauern anzulegen und die einzelnen Stufen in der Mauer aufzulegen. Anspruchsvoller waren Treppenanlagen, bei denen die Stufen auf Bogen lagen, die zwischen freistehenden Pfeilern gespannt waren. Die einzelnen Treppenpfeiler konnten hohl gemauert sein.⁶⁸¹ Bei der dritten Konstruktion wurden die einzelnen Stufen einseitig in die Mauer eingespannt.⁶⁸² Die zwischen zwei Mauern angelegten Treppen wurden vorzugsweise als Segmentbogen ausgebildet, wobei jede einzelne Stufe eigenständig als stehende Ringschicht angelegt sein konnte. Die Ringschicht wurde oben als Stufe abgeglichen.⁶⁸³ Bei freiliegenden Treppenanlagen dienten die Wangen als Stufenaufleger. Die Wangen wurden entweder als volle Mauerscheibe oder als Bogen ausgeführt.⁶⁸⁴

Verzogene Treppengewölbe wurden als Segmentbogentonnen, flache steigende Kreuzgewölbe⁶⁸⁵ und ab der Mitte des 19. Jh. auch als Flachkuppeln eingezogen. In der Regel verliefen die Gewölbeachsen parallel zur Neigungslinie der Treppe.⁶⁸⁶ Bevorzugt wurden Seg-

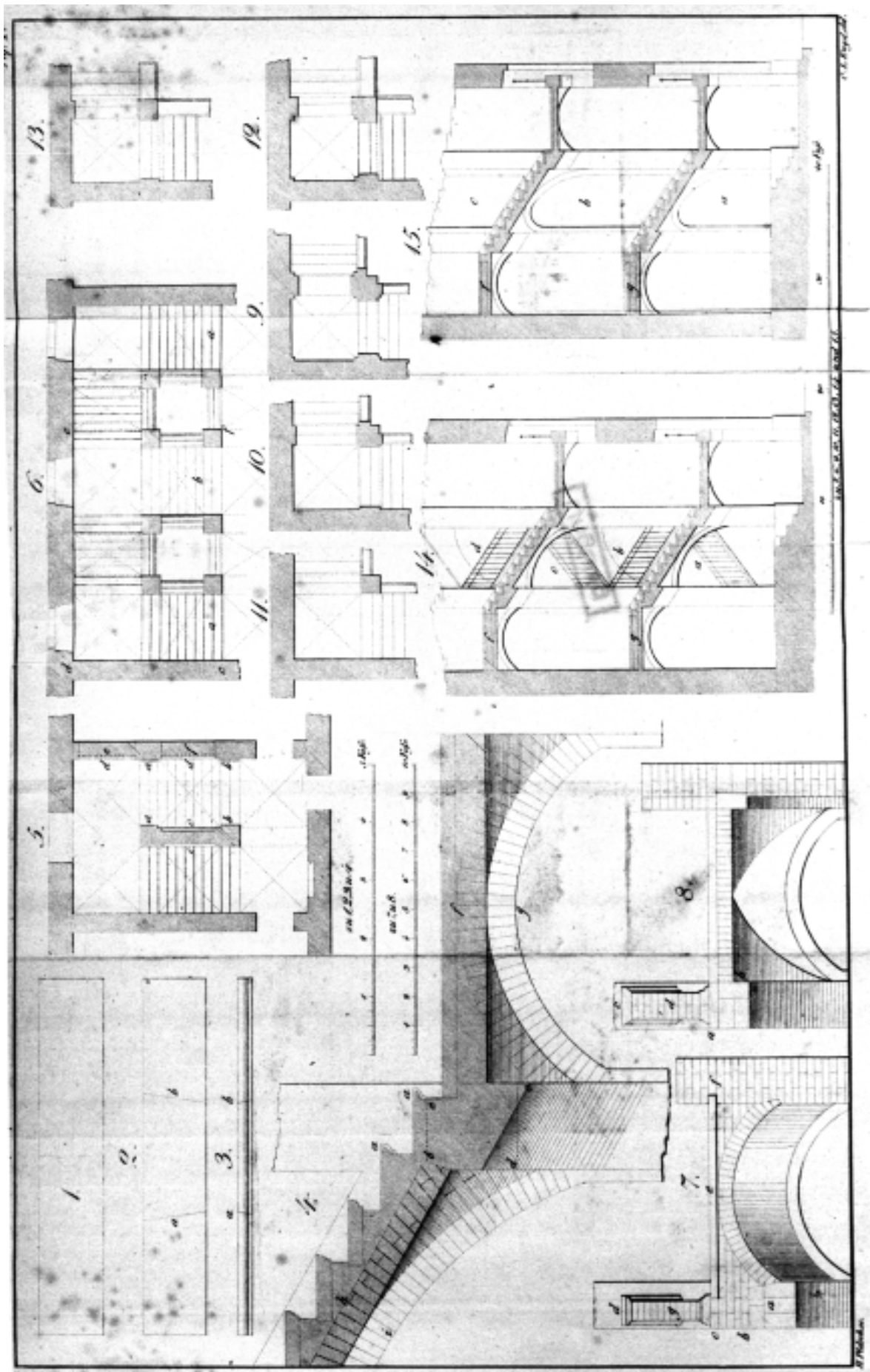


Abb.182 Engel 1834. Tafel I. Konstruktionsempfehlungen feuerfester Treppen in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh.

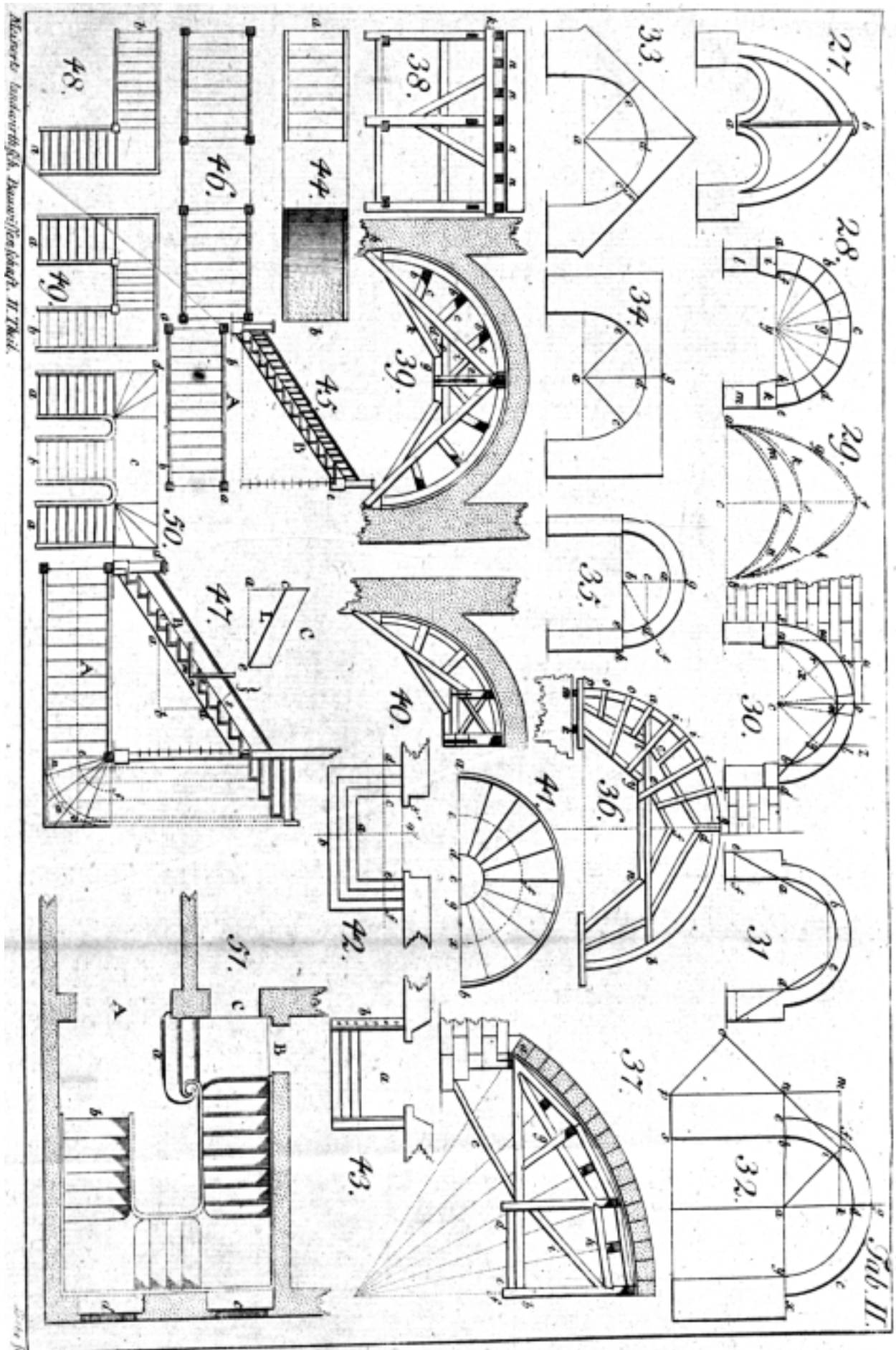


Abb.183 Meinert 1797. Tafel II. Gerüstkonstruktionen Ende des 18. Jh.

mentbogentonnen für schmalere und geschraubte⁶⁸⁷ sowie Kreuzgewölbe bei breiteren Treppenanlagen.⁶⁸⁸ Gewölbt wurden ebenso die Ruheplätze der Treppenanlagen⁶⁸⁹ (Abb. 182).

Bei Spannweiten bis zu fünf oder zehn Fuß (ca. 157,0 oder 314,0 cm) dominierten Gewölbestärken mit einer halben Steinlänge.⁶⁹⁰ Bei breiteren Treppengewölben wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. unterstützende Eisenanker eingespannt.⁶⁹¹ In der Regel wurden Treppengewölbe freihändig gewölbt, wenngleich Bohlen- und Brettgerüste üblich waren.⁶⁹² Der Radius für die Gewölbekappe wurde teils mit zwei Dritteln oder drei Vierteln der Gewölbespannweite festgelegt.⁶⁹³ Statt die Gewölbeform über den Radius zu definieren, wurde die Stichhöhe mit einem Fünftel bzw. einem Sechstel der Spannweite bestimmt. Darüber hinausgehende Stichhöhen wurden als unnötige Mehrbelastung und Materialverschwendung verworfen.⁶⁹⁴ Die bevorzugte Wölbtechnik war die Wölbung auf den Schwalbenschwanz, die mit Ziegeln und einem Kalkmörtel ausgeführt wurde.⁶⁹⁵ Alternativ ließ sich das Gewölbe bei rechtwinkligen Grundrissen und begrenzenden Schildbogen auch mit stehenden Ringschichten oder der Wölbung auf den Kuf ausführen. Dabei war der begrenzende Schildbogen möglichst zeitgleich mit der Wölbung in einem Verband auszuführen.⁶⁹⁶ Statt den Zwischenraum von Gewölbe und Stufen aufzumauern, war es preiswerter und eine geringere Gewichtsbelastung, trockenen Sand oder Schutt aufzufüllen.⁶⁹⁷

Für die Stufen wurden sowohl Werksteine, vorrangig jedoch aufgelegte Holzbohlen verwendet.⁶⁹⁸ Holzbohlen wurden für alle Arten der Frei- und Kellertreppen genutzt,⁶⁹⁹ bis in den 40er Jahren des 19. Jh. ein neuer dauerhafter und abriebfesterer „Ölcement“⁷⁰⁰ als Überzug für Ziegeltreppen eingeführt wurde. Damit konnte auch auf Werksteinstufen als die bis dahin einzig dauerhafte, aber kostenintensive Lösung für Außentreppen verzichtet werden.

GERÜST

Zur Ausführung der meisten Gewölbe war ein Gerüst Voraussetzung. Durch das Gerüst wurde einerseits die Gewölbeform vorgegeben,⁷⁰¹ andererseits trug es das Gewölbe bis zur vollständigen Fertigstellung.⁷⁰² Gewölbegerüste wurden in der Regel aus Holz hergestellt und als „Lehr-“⁷⁰³, „Leer-“⁷⁰⁴, „Bogengerüst“, „Lehrbogen“, „Wölbebügel“, „Schaal-“, „Lehrbretern“⁷⁰⁵, „Gerüstgerippe“⁷⁰⁶, „Böcke“⁷⁰⁷, „Lehre“⁷⁰⁸, „Bogenstuhl“⁷⁰⁹ oder „hölzernes Modell“⁷¹⁰ bezeichnet.

Maßgeblich für die Gerütherstellung war vor allem die Gewölbegröße, daneben waren die Gewölbeform, die erwartete Setzung, die eingesetzten Baumaterialien und die Herstellungstechnik entscheidend.⁷¹¹ Während kleinere Gerüste von den wölbenden Maurern selbst hergestellt wurden,⁷¹² wurden die größeren Gerüste von Zimmerleuten aufgebaut.⁷¹³ Eine einheitliche Ausführung der Gerüste bestand nicht, sondern war abhängig von dem verfügbaren Holz und den örtlichen Gegebenheiten (Abb. 183). Grob wurden die Gerüste ab dem letzten Drittel des 18. Jh. unterteilt in:

- Einfache Brettkonstruktionen, sogenannte „Bogenhölzer“⁷¹⁴, „angelehnte Gerüste“⁷¹⁵. Darunter wurden Gerüste für leichtere Gewölbe (bis zu Weiten von 12 Fuß (ca. 3,8 m)) ohne weitere Zwischenunterstützungen verstanden, die mit ihren Endpunkten nur auf den Gewölbewiderlagern ruhten.
- Für größere Gewölbe (mit Spannweiten zwischen 12 bis 20 Fuß⁷¹⁶ (ca. 3,8 bis 6,3 m)) wurden ebenfalls Brettgerüste eingesetzt, die jedoch zusätzlich mit Balken unterstützt wurden.⁷¹⁷
- Sogenannte „ausgebaute Bogengerüste“⁷¹⁸ wurden bei Gewölben mit Spannweiten über zwanzig Fuß (ca. 6,3 m) angelegt, wovon Beispiele in Abbildung 185, Figur 36 bis 40 abgebildet sind. Diese zeichneten sich durch eine tragende in sich ausgesteifte Holzkonstruktion aus, die aus Kanthölzern und Brettern zusammengesetzt war. Die Gerüstkonstruktion war in der Regel auf Grundswellen gelagert und durch einen Querverband ausgesteift. Je nach Größe und Belastung waren die Konstruktionen durch Spannträger, Spreng-, Stützstreben oder Hängesäulen, insbesondere bei größeren Brückengerüsten verstärkt.⁷¹⁹

Hauptsächlich bei größeren Gerüsten wurde zwischen Gerüstkonstruktion und Schalung unterschieden, wobei die Schalung auch zeitgleich in Abhängigkeit der Wölbtechnik während des Wölbens angelegt wurde. Dennoch wurde bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. in der Regel von einem Gewölbegerüst mit einer weitgehend vollflächigen Brettschalung ausgegangen.⁷²⁰ Die einzelnen Schalbretter (mit durchschnittlichen Stärken um 2 Zoll⁷²¹ (ca. 5,2 cm)) wurden in einem Abstand von ungefähr einem Zoll⁷²² (ca. 2,6 cm) aufgelegt. Vollflächige, ausgesteifte Rüstungen wurden beispielsweise für halbkreisförmige Tonnen-,⁷²³ Gussgewölbe, stark gedrückte Brückengewölbe⁷²⁴ oder Bruchsteinwölbungen⁷²⁵ als zwingend notwendig vorausgesetzt. Aus ökonomischen Gründen wurde statt einer Brettschalung in der ersten Hälfte des 19. Jh. verstärkt mit Latten verschalt, die auch bei flachen Gewölben wie Hohlsteingewölbe eingesetzt wurden.⁷²⁶ Der Vorteil der Latten bestand zudem darin, dass sie den Gewölbeformen besser angepasst werden konnten. Dazu wurden Latten (mit Stärken zwischen $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll (ca. 1,95 und 3,9 cm)) zuvor in Wasser eingeweicht und anschließend aufgenagelt.⁷²⁷ Für schwere Gewölbe, wie bei Bruchsteingewölben, hielt man an stärkeren Schalbrettern in der ersten Hälfte des 19. Jh. auch weiterhin fest.⁷²⁸

Gelegentlich wurden Vor- und Rücksprünge in Kämpferhöhe als Auflager der Gerüste in den begrenzenden Mauern vorgesehen,⁷²⁹ die jedoch nicht notwendigerweise vorhanden sein mussten. Bereits zu Beginn des 18. Jh. wurde für die Gewölbegerüste ein Druckradius in einem Winkel von 60° festgestellt, so dass die Rüstungen in diesem Bereich besonders zu stabilisieren waren.⁷³⁰

Zu einem der entscheidenden Momente der Gewölbeherstellung zählte das Ausschalen, das Entfernen des Gerüsts. Während des 17. und 18. Jh. war dies häufig der Moment in dem das Gewölbe einstürzte oder als bedrohlich empfundene Risse entstanden.⁷³¹ Insbesondere für den Brückenbau wurde das Entfernen der Gerüste mit diversen Anleitungen und Empfehlungen versehen.⁷³² Empfohlen wurde, das Gerüst weder zu früh⁷³³ noch zu spät zu entfernen.

Anhaltspunkt war die Mörtelaushärtung. Als Fristen wurden zwischen drei Tagen⁷³⁴ und sechs Wochen⁷³⁵ bestimmt. Ebenso diente der Mörtel zur Rechtfertigung einer möglichst schnellen Gerüstentfernung. Nur so schien eine hinreichende Mörtelpressung⁷³⁶ bzw. Fügung der Quadersteine⁷³⁷ sichergestellt und ein ungleichmäßiges Setzen ausgeschlossen.⁷³⁸ Auch die Fugenbreite wurde als Kriterium für den Zeitpunkt der Gerüstentfernung mit herangezogen. Beispielsweise wurden in den 30er Jahren des 19. Jh. Fugenbreiten von über einviertel Zoll⁷³⁹ (ca. 0,7 cm) für eine schnelle Gerüstentfernung als besonders geeignet beurteilt.

Um das Gerüst leicht von dem fertigen Gewölbe zu lösen, war es in der Regel unterkeilt oder auf beweglichen Schraubvorrichtungen gelagert.⁷⁴⁰ Die Keile wurden herausgezogen⁷⁴¹ oder bei größeren Gerüsten Hebewerke eingesetzt.⁷⁴² Das Absenken wurde sowohl in der Gewölbemitte,⁷⁴³ als auch bei den Widerlagern begonnen.⁷⁴⁴ Angestrebt wurde, das Gerüst kontinuierlich mit einer gleichbleibenden Distanz vom Gewölbe zu entfernen,⁷⁴⁵ da ein plötzliches Ausschalen immer mit der Gefahr eines sofortigen Einsturzes verbunden war.⁷⁴⁶ Wenn die Rüstung nach Gewölbefertigstellung gelüftet war, wurden teils erst am zweiten Tag die Keile entfernt.⁷⁴⁷

Um die Gewölbebewegung zu verfolgen, wurden der Schlussstein und die angrenzenden Steine mit sogenannten „isolierte Zeichen“⁷⁴⁸ versehen, die eintretende Bewegungen anschaulich machten.

Infolge der Gerüstentfernung setzte sich in der Regel das Gewölbe ein wenig. Um eine Beeinträchtigung der Gewölbeform durch das Setzen zu vermeiden, wurde das Gerüst häufig zwischen einem 80stel bis 200stel⁷⁴⁹ der Gewölbeweite überhöht.⁷⁵⁰ Da die Gewölbesetzung als ein längerer Prozess beurteilt wurde, bestand zum Teil die Vorstellung, dass Gewölbe erst nach einem halben Jahr verputzt werden können.⁷⁵¹ Um Gerüste einzusparen oder zu reduzieren, wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. Kragwölbungen angeführt.⁷⁵²

5.2.1. BOGENFORMEN

Zu den in Nordostdeutschland Ende des 17. und Anfang des 18. Jh. allgemein bekannten Bogenformen gehörten die seit ungefähr 1220 gebräuchlichen Halbkreisbogen, die nach 1200 eingesetzten Spitzbogen und die insbesondere für Profanbauten nach 1400 angewendeten Korb- und Segmentbogen.⁷⁵³ Ende des 17. Jh. zählten die diversen gedrückten, abschüssigen, schiefen und gedrehten Formen für die unterschiedlichsten Bauaufgaben zu den bekannten und eingesetzten Bogenformen.⁷⁵⁴ Bogen wurden häufig als obere Mauerbegrenzung über Maueröffnungen beispielsweise bei Fenstern, Türen oder⁷⁵⁵ Mauervertiefungen eingesetzt. Ebenso dienten sie als Schwibbogen zur Verbindung und Unterstützung zwischen Wänden und Gewölben.⁷⁵⁶ Mauerbogen dienten als Gewölbeauflager⁷⁵⁷ oder waren selbst Teil eines Gewölbes. Während für scheinrechte Bogen gestalterische Vorgaben maßgeblich

waren, war der Einsatz von gedrückten Bogenformen vorwiegend durch Nutzen und Kosten bestimmt.⁷⁵⁸

GEDRÜCKTE BOGEN

Während des Untersuchungszeitraums wurden Korbbogen, flache Ellipse⁷⁵⁹ und alle Segmentbogen⁷⁶⁰ den gedrückten Bogen zugeordnet. Heute werden als gedrückte Bogen alle aus mehreren Zentren mit geringer Pfeilhöhe konstruierte Bogen beschrieben. Dabei wird nach platten Bogen und Ellipsenbogen unterteilt.⁷⁶¹

Obwohl während des 18. Jh. konstruierte gedrückte Bogen mit mehreren Mittelpunkten bekannt waren, wurden sie für den Profanbau gleichwertig neben den unbestimmten, sich aus den Örtlichkeiten ergebenden gedrückten Bogen bewertet.⁷⁶² Gleichfalls wurde die Ellipse den gedrückten Bogen zugeordnet. Eine klare Unterscheidung aller gedrückter Bogenformen erfolgte nur in Ausnahmen,⁷⁶³ so dass unter den Bezeichnungen „Korbbogen“⁷⁶⁴, „Korblinie“⁷⁶⁵, „kleiner Bogen“ auch als „kröpft“, „gekröpft“, „Bogen“⁷⁶⁶ oder „Eylinie“⁷⁶⁷ keine eindeutig definierte gedrückte Bogenlinie bestimmt war. Unter den Benennungen „Ellipse“, „hohe Ellipse“⁷⁶⁸, „elliptischer Bogen“⁷⁶⁹, „elliptische Gewölbeline“⁷⁷⁰, „ovale Linie“⁷⁷¹, „gebürster Bogen“, „arc sur chaussée“⁷⁷² oder „After-Ellipse“⁷⁷³ wurde in der Regel ein aus mehreren Zentren aufgebauter Bogen bezeichnet.⁷⁷⁴ Dies konnte sowohl eine Ellipse als auch ein aus mehreren Zentren konstruierter Bogen sein.⁷⁷⁵ Die jeweiligen Bogenzentren wurden auch als Mittelpunkte oder Zirkelpunkte beschrieben.⁷⁷⁶

Unter der Voraussetzung, dass die Bogenbreite dem Radius entsprach, wurde in der Mitte des 18. Jh. ein Bogen als gedrückt definiert, wenn die Bogenhöhe zwei Drittel der „Bogenbreite“ betrug.⁷⁷⁷ Ausschlaggebendes Merkmal der gedrückten Bogen Ende des 18. Jh. war die geringere Höhe, die weniger als die halbe Breite betrug.⁷⁷⁸ Gleichzeitig war die geringere Bogenhöhe anerkanntes Indiz eines „unbeständigen“⁷⁷⁹, wenig stabilen Gewölbebogens.

Der Vorteil eines größeren nutzbaren Raums, wie er für die gedrückten Gewölbe bestand, war auch ein wesentlicher Grund, weshalb gedrückte Bogen für Brückengewölbe in der zweiten Hälfte des 18. Jh. bevorzugt wurden. Gedrückte Bogen behinderten weniger das durchfließende Wasser als ein Halbkreisbogen.⁷⁸⁰ Während gedrückte Bogen für Profanbauten vorrangig aus drei Zentren konstruiert wurden,⁷⁸¹ wurden für größere Bogen vor allem bei Brückenanlagen⁷⁸² fünf,⁷⁸³ sieben⁷⁸⁴ oder mehrere⁷⁸⁵ Zentren mit unterschiedlichen Radien kombiniert.⁷⁸⁶ Bis in das 19. Jh. hinein wurde als Beispiel auf die Brücke von Neuilly (1768 bis 1780) verwiesen,⁷⁸⁷ die aus elf Zentren konstruiert worden war.⁷⁸⁸ Konstruktive Bedeutung hatten die gedrückten Bogen hauptsächlich für Tonnengewölbe.⁷⁸⁹ Daneben wurden alle Gratbogen (Diagonalen) der römischen Kreuzgewölbe als gedrückte Bogen angelegt.⁷⁹⁰

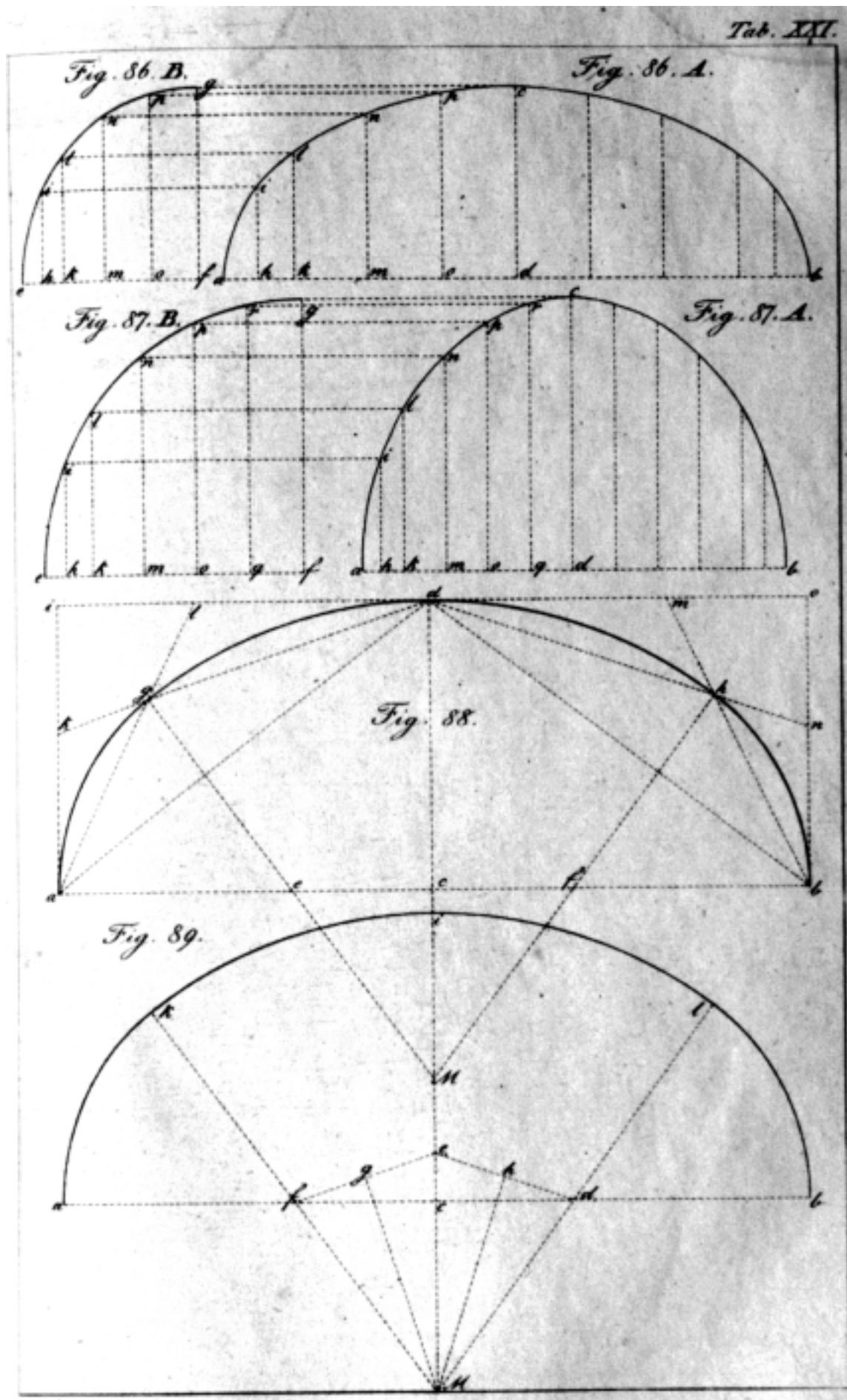


Abb.184 Romberg, 1838.Tafel XXI. Konstruktionshilfen zur Bestimmung gedrückter Gewölbeformen.

5. GEWÖLBE

Voraussetzung für die Fügung der einzelnen Bogenstücke war, dass die Übergangspunkte der einzelnen Kreissegmente über eine gemeinsame Tangente verfügen,⁷⁹¹ wie in Abbildung 171, Figur 6 und 9. Die Anzahl der Zentren war abhängig von der vorgegebenen Bogenhöhe. Betrug zum Beispiel die Bogenhöhe weniger als ein Drittel der Bogenbreite, dann waren nach Möglichkeit fünf Mittelpunkte zu wählen. Letztlich galt: Je stärker gedrückt der Bogen war bzw. je geringer die Höhe im Verhältnis zur Breite ausfiel, desto mehr Zentren waren erforderlich.⁷⁹² Den einzelnen Kreissegmenten wurden ab der ersten Hälfte des 18. Jh. unterschiedlich große Bogensegmente zugeordnet. Während für den gedrückten Bogen mit drei Zentren zum Teil eine gleichmäßige Aufteilung der Segmentabschnitte in 60° als vorteilhaft angesehen wurde,⁷⁹³ (Abb. 184, Fig. 88 u. 89) war eine unterschiedliche Segmentaufteilung bei den Bogen aus fünf Zentren unumstritten. Die beiden äußeren Kreisausschnitte wurden beispielsweise mit 60°, die beiden inneren mit je 15° und der in der Mitte mit 30° festgelegt.⁷⁹⁴ Durch die Anordnung der einzelnen Kreissegmente meinte man die Stabilität der gedrückten Bogen beeinflussen zu können. Folge davon war, dass in der zweiten Hälfte des 18. Jh. eine Vielzahl graphischer und rechnerischer Festlegungsmethoden sowie Faustregeln mit Verhältnisangaben entwickelt wurden, um einfach und stabil die einzelnen Kreissegmente festzulegen.⁷⁹⁵ Die dabei zu Grunde gelegten Stabilitätsvorstellungen waren jedoch äußerst kontrovers.⁷⁹⁶ So sollte der mittlere Kreisradius nicht zu groß ausfallen, damit die Steine einer zu flach eingestuften Wölbung nicht herausfallen.⁷⁹⁷ Im Gegensatz dazu wurde ein größerer flacher Mittelbogen mit ca. 120° als besonders vorteilhaft herausgehoben.⁷⁹⁸

Alternativ zu der aus mehreren Kreissegmenten konstruierten gedrückten Bogenlinie wurden seit dem 16. Jh.⁷⁹⁹ Ellipsenkonstruktion unter Zuhilfenahme von Schnur und Richtlatte konstruiert. Dabei wurden die einzelnen Brennpunkte festgelegt, von denen aus mit gespannten Schnüren jeweils die Bogen mit einem Stück Kreide vor Ort gezogen wurden.⁸⁰⁰ Diese Bogenkonstruktion beschrieb man als eine „Ellipse nach der Schnur“⁸⁰¹. Anstelle von Latte und Schnur wurde Ende des 18. Jh. als Hilfsmittel ein sogenannter Ellipsograph⁸⁰² entwickelt, der jedoch kaum Beachtung fand. Schwieriger als die Bogenformkonstruktion vor Ort war es, die Ellipsen zu zeichnen, da dies noch Ende des 18. Jh. mit besonderen Aufwand verbunden war.⁸⁰³ Daher wurden zeichnerische Techniken entwickelt, sich der Ellipsenform zu nähern.⁸⁰⁴ So wie alle gedrückten Bogen wurde auch die Ellipse über Höhe und Weite bestimmt.⁸⁰⁵

Eine sehr beliebte und leicht umzusetzende Festlegung der gedrückten Bogenform basierte auf einem Viertelkreisbogen mit vorgegebener Höhe, der, wie in Abbildung 184, Figur 86., gleichmäßig durch Vertikallinien unterteilt wurde. Die entstehenden Strecken wurden in Abhängigkeit von der beabsichtigten Gewölbespannung mit größeren gleichmäßigen Abständen übertragen, wodurch der gedrückte Bogen festgelegt war.⁸⁰⁶

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. vollzog sich eine unterschiedliche gestalterische Bewertung gedrückter Bogen abhängig davon, ob sie aus mehreren Kreismittelpunkten oder als Ellipse konstruiert waren.⁸⁰⁷ Favorisiert wurde die Ellipse,⁸⁰⁸ die ab der Mitte des 19. Jh. mit der Kettenlinie gelegentlich verglichen wurde.⁸⁰⁹

SEGMENTBOGEN

Als Segmentbogen wurde während des gesamten Untersuchungszeitraums eine Bogenform beschrieben, die weitgehend durch ein Kreissegment bestimmt war.⁸¹⁰ Während Ende des 17. Jh. bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. ein solcher Bogen durch die Größe des Kreissegments⁸¹¹ (mit einem Drittel, einem Viertel oder einem Sechstel eines Kreises) angegeben wurde,⁸¹² bestimmte sich ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. die Bogenform durch die Stichhöhe, die sich aus dem Verhältnis zur Bogenspannung ableitete. Die Stichhöhe wurde dabei mit einem Zwölftel bzw. einem Fünfzehntel der Bogenspannung angenommen.⁸¹³ Noch in der Mitte des 19. Jh. wurde ein flaches Stichbogengewölbe jedoch definiert, dass die Bogenlinie weniger als die Hälfte einer Kreislinie betrug und die Stichhöhe kleiner als die halbe Spannweite ausfiel.⁸¹⁴ Der Segmentbogen entsprach dabei in der Regel einem Kappengewölbe (vgl. S. 343 ff.).

Bezeichnet wurde der Segmentbogen auch als „flacher Bogen“⁸¹⁵, „Ochsenbogen“⁸¹⁶, „Zirkelstückbogen“⁸¹⁷ oder „Bogen nach dem Zirkelstück“⁸¹⁸, „Kreisstück“⁸¹⁹, „Bogen einer Sehne“⁸²⁰ oder „Stichbogen“⁸²¹. Vor allem wenn der Segmentbogen in den Kämpfern zusätzlich gerundet war, wurde der Segmentbogen von der Form her mit einem gedrückten Bogen verglichen.⁸²² Genau wie der gedrückte Bogen wurde dem Segmentbogen ein erheblicher Seitenschub zugeordnet.⁸²³ Segmentbogen wurden während des 18. Jh. für Türbogen, jedoch vor allem für die inneren Fensterbogen⁸²⁴ (mit Spannweiten zwischen 5 und 12 Fuß⁸²⁵ (ca. 157,0 und 376,8 cm)) eingesetzt. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. avancierte der Segmentbogen neben dem scheitrechten Sturz zur stilistisch akzeptierten Verbindung von Pfeilern und Wölbungen von Fensteröffnungen.⁸²⁶

SCHEITRECHTE BOGEN

Der scheitrechte Mauersturz war Ende des 17. und verstärkt ab dem zweiten Drittel des 18. Jh. gestalterisch sehr geschätzt und diente vorrangig als oberer Abschluss der als Fenster oder Türen genutzten Maueröffnungen.⁸²⁷ Eine Übertragung des scheitrechten Bogens auf flächige Gewölbe wurde zwar häufiger in Erwägung gezogen,⁸²⁸ aber in der Regel als zu instabil beurteilt wurde und die konstruktive Umsetzung scheiterte.⁸²⁹ Als „gerade“⁸³⁰, „scheitrechte“⁸³¹ oder „bleirechte Gewölbe“⁸³² bezeichnet, stellten sie einen sehr großen Reiz dar. Kennzeichen scheitrechter Gewölbe war eine Scheitelfläche im Unterschied zur Scheitellinie oder zum Scheitelpunkt anderer Gewölbeformen.⁸³³

Vorgestellt wurden vier seitliche Wöblungslinien, wobei nur eine mit einem geringen Stich versehen war. Als Gewölbe war die theoretische Ausführung aus keilförmigen Gewölbesteinen mit auf einen Mittelpunkt ausgerichteten Fugen unumgänglich.

Wenn auch überschaubarer als ein scheinrechtes Gewölbe, so stellte die scheinrechte Mauerschließung über Öffnungen noch Ende des 18. Jh. eine nicht immer erfolgreiche konstruktive Herausforderung dar. Gleichzeitig galt der scheinrechte Sturz gestalterisch gerade als Zeichen der Festigkeit und Stabilität.⁸³⁴ Um den scheinrechten Bogen zu stabilisieren und den gestalterischen Anforderungen zu entsprechen, wurden die einzelnen Gewölbesteine auf einen Mittelpunkt ausgerichtet⁸³⁵ oder überkragende Werksteine eingesetzt.⁸³⁶ Zusätzliche Verbindungsmittel der Steine waren Eisenklammern.⁸³⁷ Um den Sturz zu entlasten wurden Eisenanker in oder über der scheinrechten Steinwöblung eingebracht oder darüber Entlastungsbogen angelegt⁸³⁸ (Abb. 71 o. 130). Anstelle der Entlastungsbogen wurde in der Mitte des 19. Jh. auch ein Sturz als geschichtetes Dreieck angelegt.⁸³⁹ Ebenso wurden auf Säulen gelagerte Werksteinstücke mit Segmentbogen überwölbt.⁸⁴⁰ Der entstehende Zwischenraum konnte, musste jedoch nicht ausgefüllt sein.

NICHT SYMMETRISCHE BOGEN

Um verzogene gemauerte Schornsteine und steinerne Treppen zu konstruieren, waren asymmetrische Bogen unerlässlich.⁸⁴¹ Solche Bogen wurden als „geschobene“, „abschüssige“, „hängende“⁸⁴², „geneigte“⁸⁴³, „steigende“⁸⁴⁴, „einhüftige Bogen“⁸⁴⁵ oder „Ochsenhorn“⁸⁴⁶ bezeichnet. Wesentliches Merkmal der asymmetrischen Bogen waren unterschiedlich hohe Kämpfer und eine Bogenform, die sich aus verschiedenen einzelnen Bogenlinien zusammensetzte.⁸⁴⁷ Darüber hinaus konnten die Bogen, wie beispielsweise bei einer Spindeltreppe, noch in ihren Achsen verdreht oder verschoben sein.⁸⁴⁸ Teils galten die asymmetrischen Bogen wegen der unterschiedlich hohen Auflager als äußerst instabil. Dabei ging man davon aus, dass mit zunehmendem Höhenunterschied das untere Bogenauflager stärker belastet würde,⁸⁴⁹ weshalb mit zunehmender Bogenweite die Auflager zusätzlich zu verstärken waren. In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde jedoch die doppelte Bogenstärke wie bei anderen Gewölbebogen als ausreichend starkes Widerlager eingestuft.⁸⁵⁰

5.2.2. TONNENGEWÖLBE

Tonnengewölbe waren bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. die verbreitetste Gewölbeform,⁸⁵¹ die vorrangig zur Überwölbung von Kellern genutzt wurde.⁸⁵² Ebenso wurden Tonnengewölbe auch für oberirdische Verkaufsräume, Fensteröffnungen, Kirchenschiffe,⁸⁵³ Galerien und Brückenbogen angelegt.⁸⁵⁴ Noch in der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde das Tonnengewölbe als „Kufen-“⁸⁵⁵ oder „Faßgewölbe“⁸⁵⁶ bezeichnet. Wenn auch selten ausgeführt, so waren geschraubte Tonnengewölbe als „Schnecken“, „Spindeln“ oder „Hufgewölbe“⁸⁵⁷ insbesondere für Treppenanlagen bekannt.⁸⁵⁸ Bis in das frühe 19. Jh. besaß das Tonnengewölbe die Bedeutung als Schutzgewölbe,⁸⁵⁹ von dem angenommen wurde, dass es nicht „durch herunterfallende schwere Körper [...] leicht durchgeschlagen werden“⁸⁶⁰ kann. Folglich wurden bis in das 19. Jh. hinein Kassenzimmer, Archive und ähnliche Schutzräume mit Tonnengewölben als der anerkanntesten, festesten und sichersten Gewölbeform versehen⁸⁶¹ (vgl. S. 302). Maßgeblich für diese Beurteilung waren die Stabilitätsvorstellungen, die auf den Keilsteintheorien basierten. Da das Tonnengewölbe immer dem „Vollzirkel-Tonnengewölbe“⁸⁶² gleichgesetzt wurde, galt es als das einfachste,⁸⁶³ stabilste,⁸⁶⁴ und gestalterisch überzeugendste Gewölbe schlechthin.⁸⁶⁵ Das halbkreisförmige Tonnengewölbe wurde u.a. als „voller Bogen“⁸⁶⁶, „halbe Welle“⁸⁶⁷, „römischer Bogen“⁸⁶⁸, „Halbkreis“⁸⁶⁹ oder „Halbkreisbogen“⁸⁷⁰, „Cirkelstück“⁸⁷¹, „im halben Circul“⁸⁷², „halber hohler Cylinder“⁸⁷³, „Cirkelbogen“⁸⁷⁴, „Wölbungslinie aus einem halben Kreise-Zirkellinie“ oder „Wölbung nach dem Zirkel“⁸⁷⁵ bezeichnet und erfuhr gegenüber den übrigen Gewölbeformen eine Art Privilegierung. Um die optische Wirkung der Tonnengewölbe zu verbessern und um den Eindruck einer gedrückten Wölbung zu vermeiden, wurde immer wieder ein Überhöhen der Wölbung vorgeschlagen.⁸⁷⁶

Entgegen den gestalterischen und vermeintlich statischen Vorzügen wurde das halbkreisförmige Tonnengewölbe jedoch wegen seiner stark zunehmenden Konstruktionshöhe bei großen Räumen bereits Ende des 17. Jh. als ungeeignet abgelehnt.⁸⁷⁷ Ebenso schränkte die Gewölbeform den nutzbaren Raum erheblich ein und galt als unbequem.⁸⁷⁸ Ein weiterer Nachteil der Tonnengewölbe bestand in dem großen konstruktiven Aufwand, wenn zur Belichtung und Erschließung Kappen in das Tonnengewölbe eingebracht werden mussten.⁸⁷⁹ Auch die sich allmählich verbessernden statischen Kenntnisse in der zweiten Hälfte des 18. Jh. führten dazu, dem Tonnengewölbe einen größeren Seitendruck als bisher zuzuordnen.⁸⁸⁰

Um die Nutzbarkeit zu verbessern, wurden Tonnengewölbe daher in der Regel mit einer gedrückten Bogenlinie ausgeführt.⁸⁸¹ Unter Hinweis auf italienische Vorbilder wurde Ende des 17. Jh. auf die Vorzüge gedrückter Tonnengewölbe ausdrücklich hingewiesen.⁸⁸² Gleichzeitig wurden den Tonnengewölben bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. auch die Gewölbekappen in Form von Segmentbogen mit Kreisausschnitten zwischen einem Viertel und einem



oben, Abb.185 Kellergewölbe Seitenflügel, Neue Promenade 5 (Dentro Dach 1750), in Berlin-Mitte, gedrücktes Tonnengewölbe Läuferverband als Wölbung auf den Kuf mit Gurten, außen



links, Abb.186 Kellergewölbe Seitenflügel, Neue Promenade 5 (Dentro Dach 1750), in Berlin-Mitte, gedrücktes Tonnengewölbe Läuferverband als Wölbung auf den Kuf mit Gurten, innen

5. GEWÖLBE

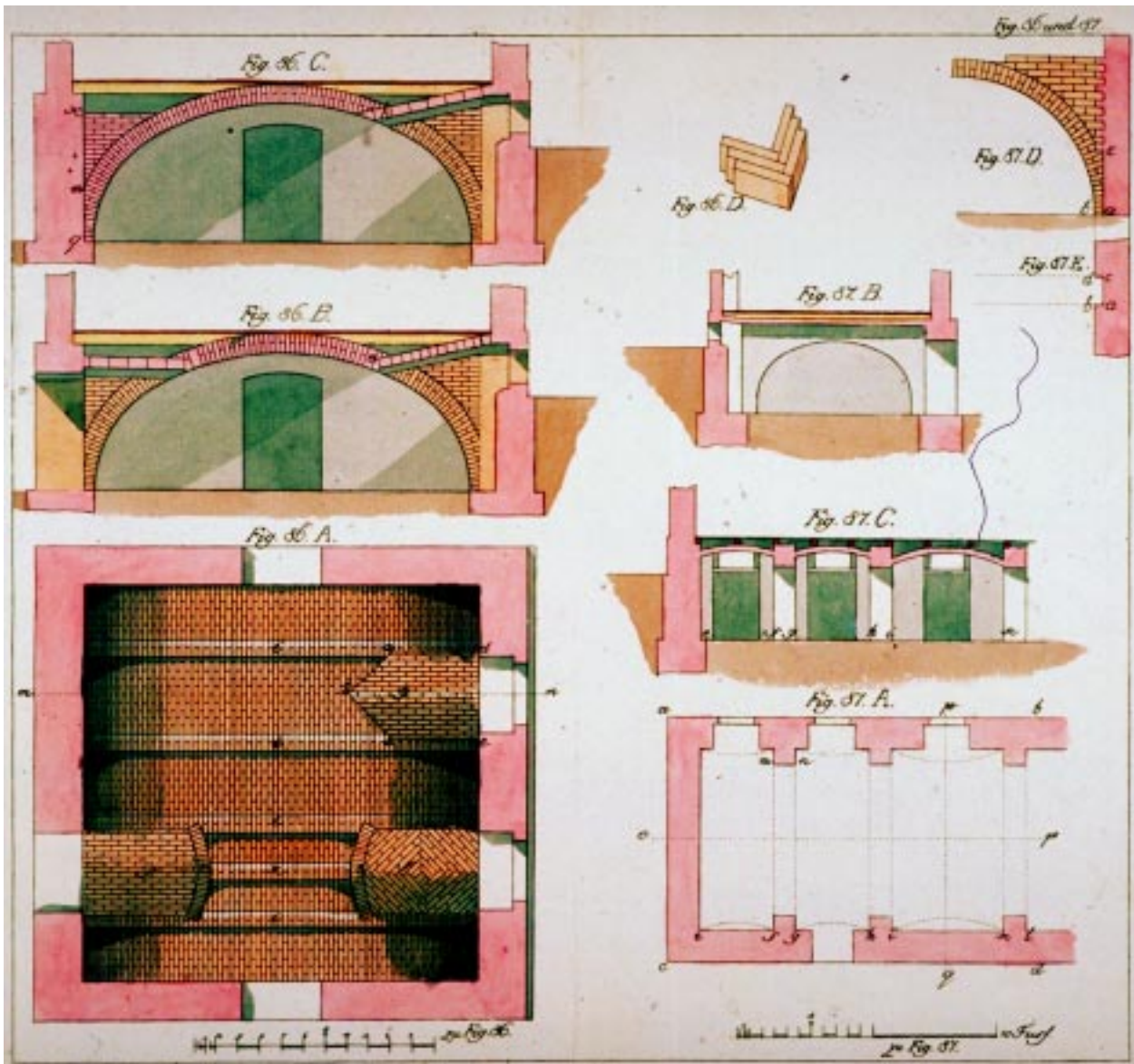


Abb.187 Gilly, 1797. Tafel Figur 86 und 87. Bei üblichen Tonnengewölben wurde diese als Wölbung auf den Kuf und Gurten angelegt. Die Gurtbogenstärke und Breite wurde mit einer Steinlänge angenommen, wobei die eigentliche Gewölbestärke eine halbe Steinlänge betrug.

Sechstel zugeordnet⁸⁸³ (vgl. S. 339 ff., 343 ff.). Genau wie bei den Bogenformen war der Übergang vom gedrückten Tonnengewölbe zur Segmentbogenkappe fließend.

Für die Herstellung der Tonnengewölbe wurden in der Mark in der Regel Ziegel und nur selten Natursteine verwendet (Abb. 185 u. 186). Außerhalb der Mark wurden während des Untersuchungszeitraums beide Baustoffe für Tonnengewölbe eingesetzt.⁸⁸⁴ Verwendet wurden quaderförmigen Ziegelformate, die durch Zuhauen vor allem im Bereich des Scheitels eingepasst wurden. Bevorzugte Wölbung der Tonnengewölbe war die Wölbung auf den Kuf, die wie bei dem erdgeschossigen Tonnengewölbe im Pallas der Burg Storkow (vor 1700), Landkreis Oder-Spree, Amt Storkow, als Binderverband und bei dem Vorderhauskeller(1733/40), Hermann-Elflein-Straße 10 in Potsdam, als Blockverband ausgeführt wurde. Die Gewölbestärke der als Binderverband angelegten Mauerwerke betrug in der Regel eine Steinlänge. Ebenso wurde in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. die Mauerwerksstärke des Blockverbandes mit mindestens einer Steinlänge angegeben.⁸⁸⁵

Die häufigste Wölbtechnik für die Tonnengewölbe war indessen die Wölbung auf den Kuf mit einem Läuferverband. Allerdings waren in die Wölbung nach außen oben vorstehende Gurte eingebunden,⁸⁸⁶ die im Abstand von drei bis fünf Fuß⁸⁸⁷ (ca. 94,2 bis 157,0 cm) das Gewölbe verstärkten. Diese Wölbtechnik der eingebundenen Gurte wurde bereits im 16. Jh. für das gedrückte Tonnengewölbe des Gefängnisses im Neustädtischen Rathaus in Brandenburg eingesetzt⁸⁸⁸ und war während des gesamten Untersuchungszeitraums die wichtigste Wölbtechnik der Tonnengewölbe. Beispiele sind die gedrückten Tonnengewölbe im Keller, Neue Promenade 5, Berlin-Mitte (1750) (Abb. 185, 186), das Kellergewölbe im Vorderhaus, Große Hamburger Straße 19a in Berlin-Mitte (ca. 1691), die Kellergewölbe im nördlichen Flügel des Schlosses Steinhöfel, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel Heinersdorf (vermutlich Ende des 18. Jh.), oder die im Keller befindlichen gedrückten Tonnen des Wohngebäudes, Breite Straße 45 in Berlin-Pankow (1770). Durch die in den Verband eingebundenen Gurte lässt sich jedoch an der Innenseite kein geordneter Läuferverband nachvollziehen. Die Gurte wurden während des 17. bis in die erste Hälfte des 19. Jh. begrifflich häufig als „Rippen“⁸⁸⁹ bzw. „Ribben“⁸⁹⁰ mit „Entlastungsbogen“⁸⁹¹ gleichgesetzt,⁸⁹² die, wenn auch selten, nach innen (unten) eingezogen sein konnten.⁸⁹³ Allgemein anerkannter Vorteil der in die Wölbung eingebundenen Gurte war die Materialeinsparung,⁸⁹⁴ ohne deshalb einen größeren Stabilitätsverlust hinnehmen zu müssen.⁸⁹⁵ Wichtig war die Einbindung in den Gewölbeverband, nicht so sehr die eigentliche Stärke.⁸⁹⁶ Bei üblichen Bauaufgaben wurde die Gurtbogenstärke und Breite mit einer Steinlänge angenommen, wobei die eigentliche Gewölbestärke eine halbe Steinlänge betrug⁸⁹⁷ (Abb. 187).

Eine weitgehend unbeachtete konstruktive Umsetzung der materialeinsparenden Gurte bestand darin, zwischen die Gurte „gehangene Platten“⁸⁹⁸, wie in Abbildung 112, Figur LXVI.

(Grundriss) und Figur LXVII. (Querschnitt) zu legen. Die Gurte wurden dabei aus sogenannten „dreieckigen Ansätzsteinen“⁸⁹⁹ zusammengesetzt.

An der Gewölbeverstärkung durch außen vortretende Gurte wurde auch in der ersten Hälfte des 19. Jh. weiterhin festgehalten.⁹⁰⁰ Doch für die größeren oder stabiler auszubildenden Tonnengewölbe wurde vornehmlich der Blockverband eingesetzt, da sich dieser wesentlich besser den jeweiligen Anforderungen und Lasteinwirkungen anpassen ließ. Die Gurthöhe für die stabileren Gewölbe wurde mit eineinhalb Steinlängen⁹⁰¹ und die Breite zum Teil mit zwei Steinlängen⁹⁰² festgelegt.

Unabhängig von der tatsächlich eingesetzten Wölbtechnik bezogen sich die jeweils aktuellen Faustregeln zur Festlegung der Gewölbestärke während des 18. Jh. vornehmlich auf das Tonnengewölbe.⁹⁰³ Die konsequente Übertragung dieser Faustregeln scheiterte jedoch schon an den fehlenden keilförmigen Steinformaten.⁹⁰⁴ Die ermittelten Gewölbestärken ließen sich nur im Ausnahmefall mit Ziegeln herstellen. Daher wurde die Anwendung der Faustregeln teils nur für gebrochene Natursteine als gültig beurteilt. Da diese jedoch als minderwertig eingestuft wurden, war die Gewölbestärke wieder höher anzusetzen.⁹⁰⁵ Letztlich blieben die allgemeingültigen Faustregeln zur Festlegung der Gewölbestärke weitgehend unberücksichtigt. Vielmehr galt mehr oder minder der Grundsatz, kleine Tonnengewölbe auch mit einer geringeren Gewölbestärke und größere Gewölbe mit größeren Stärken zu versehen.⁹⁰⁶ Letztlich abhängig von den verfügbaren Baumaterialien betrug die Gewölbestärke während des 18. Jh. in der Regel eine Steinlänge.⁹⁰⁷ Dabei ist jedoch nicht immer eindeutig, ob die Gewölbestärke oder die Gurthöhe beschrieben wurde.

Noch in der Mitte des 19. Jh. wurde teils gefordert, die Gewölbestärke mit einer Steinlänge nicht zu überschreiten.⁹⁰⁸ Neben dieser den ausgeführten Tonnengewölben weitgehend entsprechenden Gewölbestärken wurde ab dem Beginn des 19. Jh. eine durchschnittlich höhere Gewölbestärke gefordert, die mit einer Steinlänge und für die Gurte mit eineinhalb Steinlängen bestimmt wurde.⁹⁰⁹ Gleichzeitig erfolgte zunehmend eine stärkere Differenzierung der Gewölbestärke nach unterschiedlichen Aspekten. In Abhängigkeit von einer Gewölbespannung zwischen sechzehn und achtzehn Fuß⁹¹⁰ (ca. 502,4 und 565,2 cm) wurde zu Beginn des 19. Jh. die Gewölbestärke mit eineinhalb Fuß (ca. 47,1 cm) angegeben. Ebenso waren stark belastete Tonnengewölbe, beispielsweise für die Getreidelagerung, mit Gurtbogen zu verstärken, deren Seitenlänge vierzehn Zoll⁹¹¹ (ca. 36,4 cm) unter der Annahme eines quadratischen Querschnitts betragen sollte. Bezogen auf mit Schutt oder Erde aufgefüllte Gewölbe, die gleichzeitig die durchschnittlichen Lasten einer Erdgeschossnutzung trugen, wurden während der ersten Hälfte des 19. Jh. Gewölbe mit einer halben oder einer ganzen Steinlänge als ausreichend stabil beurteilt.⁹¹² Zur Sicherheit waren solche im Erdgeschoss belasteten Tonnengewölbe im letzten Drittel des 18. Jh. mit möglichst kleinen Gewölbespannungen anzulegen.⁹¹³ In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden die als belastbar eingestuften Gewölbe-

spannungen in der Größenordnung zwischen sechzehn bis zwanzig Fuß⁹¹⁴ (ca. 502,4 und 628,0 cm) festgelegt. Gleichfalls unter Beachtung der Gewölbespannung, beispielsweise von achtzehn Fuß (ca. 565,2 cm), wurde eine Gurthöhe von einer Steinlänge und eine Breite von zwei Steinlängen und eine Hintermauerung als ausreichend in der Stärke beurteilt.⁹¹⁵

Wenn auch mehr als theoretische Überlegung, fand ab dem letzten Drittel des 18. Jh. eine zum Scheitel sich reduzierende Gewölbestärke eine immer größere Beachtung,⁹¹⁶ was in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. dazu führte, halbkreisförmige Tonnengewölbe, die jedoch nicht als Brand- oder Schutzgewölbe konzipiert sein sollten, bei einer Gewölbespannung von zwanzig Fuß (ca. 628,0 cm) mit einer Gewölbestärke im Auflager mit einem Fuß und einem Zoll (ca. 34,0 cm) und im Scheitel mit sieben Zoll (ca. 18,2 cm) zu bestimmen.⁹¹⁷ Die wenigen nur beispielhaft angeführten Festlegungsregeln zur Gewölbestärke basierten auf Erfahrungen ausgeführter Tonnengewölbe, wobei Einzelaspekte der Keilsteintheorien oder einzelnen stärker diskutierte empirische Aspekte zur Gewölbestabilität mit eingebunden waren.

Zumeist wurde das Tonnengewölbe in Kellern⁹¹⁸ zwischen zwei parallel verlaufenden Mauern errichtet.⁹¹⁹ Ende des 17. Jh. und während des gesamten 18. Jh. über wurde dabei sehr viel Wert darauf gelegt, dass die aufgehenden Mauern und das Gewölbe getrennt errichtet wurden und eine Lastübertragung von den begrenzenden Mauern auf das Gewölbe unterblieb. Lediglich das Fundament wurde so breit angelegt, dass die Lasten der Mauern und Gewölbe gemeinsam darüber abgeleitet wurden⁹²⁰ (Abb. 117, Fig. 3 u. 1).

Der dabei für das Gewölbeauflager auf dem Fundament vorgesehene Fundamentabsatz wurde bis in das 19. Jh. zwischen drei und sechs Zoll⁹²¹ (ca. 7,8 und 15,6 cm) angesetzt und entsprach damit etwa einer viertel oder einer halben Steinlänge. Abhängig von der beabsichtigten Kellerhöhe, die im letzten Drittel des 18. Jh. mit sieben Fuß⁹²² (ca. 219,8 cm) als wünschenswerte Mindesthöhe galt, wurden die Tonnengewölbe aufgrund der ungünstigen Gewölbeform in der Regel kurz über dem Fußboden begonnen.⁹²³ Das Gewölbelager wurde vorzugsweise durch eine Läufer- oder Rollschicht abgeglichen, wobei auch im Gewölbeanlauf unterschiedliche Steinschichten folgen konnten. Beispielsweise folgte nach drei unregelmäßigen Läuferschichten des Tonnengewölbes, Große Hamburger Straße 19a (ca. 1691) in Berlin-Mitte, eine Binderschicht, nach der mit Läuferschichten fortgefahren wurde. Bereits in den ersten Jahrzehnten des 18. Jh. wurden abgeschrägte Gewölbeauflager vorgeschlagen, wodurch ein Zuspitzen der unteren Steinschichten für Bogen und Gewölbe entfiel.⁹²⁴ Diese vereinfachte Herstellung fand neben den Ende des 18. Jh. als vorteilhaft eingestuften Kragsschichten jedoch erst in der ersten Hälfte des 19. Jh. größere praktische Berücksichtigung.⁹²⁵ Entsprechend der meist kurz über der Kellersohle begonnenen Wölbung wurde das für die Errichtung der Tonnengewölbe notwendige Gerüst in der Regel auf der Kellersohle gelagert. Gelegentlich wurden Lehrbogen auch mit auf das Gewölbelager gestellt. Die Ausführenden arbeiteten erst zwischendurch und zum Ende auf dem Gerüst.⁹²⁶

Wenngleich das Widerlager auch bei den Tonnengewölben nicht im Vordergrund der Gewölbebetrachtung stand, so wurde ihm während des gesamten Untersuchungszeitraums erheblicher Anteil für die Standfestigkeit zugeschrieben.⁹²⁷ Als Folge der veränderten Stabilitätsvorstellungen während der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden Standsicherheit und wirkende Horizontalkräfte stärker in Beziehung zur Gewölbehöhe gesetzt. Entsprechend waren Halbkreistonnen, vor allem die gedrückten Tonnengewölbe in der Form eines Korbbogens mit ihrem ungünstigen Verhältnis von Breite zu Höhe, durch Widerlager abzusichern.⁹²⁸ Als bevorzugte Regel zur Festlegung der Widerlagerstärke wurde diese mit der Gewölbestärke gleichgesetzt, wobei gelegentlich weitere Bedingungen daran geknüpft waren. Bei einer Widerlager- und Gewölbestärke von zehn Zoll (ca. 26,0 cm) war die Gewölbespannung möglichst auf zehn Fuß (ca. 314,0 cm) zu beschränken und das Gewölbe wenigstens mit einem Fuß und acht Zoll⁹²⁹ (ca. 52,2 cm) und bei weicher „mittelmäßiger Erde“⁹³⁰ zwei Fuß (ca. 62,8 cm) in die Erde zu vertiefen. Ebenfalls von einer Festlegung gleicher Gewölbe- und Widerlagerstärken ausgehend, war die Widerlagerstärke bei gedrückten Gewölben auf fünf Sechstel der inneren Gewölbehöhe zu erhöhen.⁹³¹ Ende des 18. Jh. wurden die Lasten aus den aufgehenden Geschossen für die Festlegung der Widerlagerstärken verstärkt mit herangezogen.⁹³² In der Regel wurden die „Schild- oder Stirnmauern“⁹³³ bei den Tonnengewölben nicht den Widerlagern zugerechnet.⁹³⁴ Sie galten ausschließlich als Gewölbebegrenzung, die auch als „Schmalseite“⁹³⁵ bezeichnet wurde. Das Tonnengewölbe wurde nur gelegentlich „aufgesattelt“⁹³⁶, d.h. sie lagen auf den Stirnmauern auf. Häufig stieß die Wölbung jedoch stumpf an die Stirnmauer.⁹³⁷ Die Zwickel hinter der Wölbung bis zum Widerlager, die weder dem Gewölbe noch dem Widerlager zugerechnet wurden, waren bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. undefiniert.⁹³⁸ Daher blieben die Zwickel häufig hohl⁹³⁹ oder wurden mit Erde oder Schutt aufgefüllt,⁹⁴⁰ um einem Einnisten von Ungeziefer vorzubeugen. Erst ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde durch „Hintermauern“⁹⁴¹ bzw. „Hinterfüllen“⁹⁴² der Gewölbezwickel Einfluss genommen, um den Seitendruck der Tonnengewölbe zu reduzieren. Die Zwickel der stark gedrückten Tonnengewölbe im rückwärtigen Keller des Logier- und Badehauses in Bad Freienwalde, Landkreis Märkisch Oderland, Amt Bad Freienwalde Insel (1788-1791), wurden mit ungeordneten Feldsteinen und einem Kalkmörtel verfüllt. Die größere Akzeptanz der den Seitendruck reduzierenden Wirkung der beschwerten Gewölbezwickel führte in der ersten Hälfte des 19. Jh. zu Faustregeln, wonach die Zwickel der Tonnengewölbe zwischen zwei Drittel⁹⁴³ oder bis zur halben Gewölbehöhe⁹⁴⁴ zu hintermauern waren.⁹⁴⁵ Statt die gesamten Gewölbezwickel zu hinterfüllen, wurden auch nur die Gewölbegurte bis an die begrenzenden Mauern aufgemauert.⁹⁴⁶

Ebenso dienten hintermauerte, in die Wölbung eingebundene Gurte als Auflager für leichte Wände, die quer zur Gewölbeachse über den Gewölben errichtet werden sollten. Dazu wurden zum Teil stärkere Gurtbreiten beispielsweise mit zwei Steinlängen festgesetzt.⁹⁴⁷ Auch

wenn Wände und Mauern auf Gewölben möglichst zu vermeiden waren, so wurde bei stärkeren Tonnengewölben ab dem letzten Drittel des 18. Jh. eine Belastung im Gewölbescheitel für möglich erachtet.⁹⁴⁸

Solange die Deckenbalken über den Tonnengewölben quer zur Gewölbeachse verliefen, ließen sie sich zwischen den Gurten anordnen, wodurch sich die Konstruktionshöhe der Erdgeschossdecke reduzieren ließ.⁹⁴⁹ Dieser Vorteil entfiel, wenn die Deckenbalken quer zu den Gurten und der Gewölbeachse verliefen.⁹⁵⁰

Auch wenn die sogenannten „Ohren“⁹⁵¹, „Stichkappen“⁹⁵², „Kappen“⁹⁵³, „Ochsenhörner“, „Hörner“⁹⁵⁴ bei Kloster-, Muldengewölben und Kuppeln Anwendung fanden, wurden die Stichkappen insbesondere mit den häufig vorkommenden Tonnengewölben in Verbindung gebracht⁹⁵⁵ (Abb. 187, Fig. 86). Abhängig von dem Größeverhältnis zum Hauptgewölbe wurden Kappen als „Schild“⁹⁵⁶ bezeichnet, die mit dem Tonnengewölbe im Scheitelpunkt zusammenliefen. Dagegen wurden solche Kappen, die unterhalb der Scheitellinie einbanden, gelegentlich als „Froschmaul“⁹⁵⁷ bezeichnet. In der Absicht, die Gewölbestabilität der Tonnengewölbe nicht zu gefährden, wurde beispielsweise Ende des 17. Jh. nahegelegt, den Kappenscheitel in einem Abstand von einem 1/6 des Hauptgewölberadius von der Scheitellinie der Hauptwölbung enden zu lassen. Gleichzeitig sollten die Kappen höchstens zwei Drittel der Kämpferlinie beanspruchen, um dem Hauptgewölbe ein ausreichendes Auflager zu gewähren.⁹⁵⁸ Das gesamte 18. Jh. über wurden die von den Kappen umschlossenen Öffnungen als Schwächung der Hauptwölbung beurteilt.⁹⁵⁹ Hinzu kam, dass die Erstellung der Kappen mit einem erheblichen finanziellen und materiellen Aufwand verbunden war, weshalb man versuchte, die Stichkappen auf ein Minimum zu beschränken.⁹⁶⁰ Zur Vermeidung der angenommenen Schwächung wurden die Stichkappen durch Gurtbogen eingefasst,⁹⁶¹ die gleichzeitig Auflager seitlich begrenzender Wandscheiben unterhalb der Kappe sein konnten. Die Kappenstärke betrug in der Regel eine halbe Steinlänge, wobei die Ziegel als Wölbung auf den Kuf, Wölbung auf den Schwalbenschwanz oder auch als stehende Ringschichten angelegt wurden⁹⁶² (Abb. 187, Fig. 86, 87 u. 86a). Bevorzugt wurde ein sogenannter „Kranz“⁹⁶³ oder „Ramanatbogen“⁹⁶⁴, ein verstärkendes Bogenstück, das als Abschluss der Stichkappen zum Hauptgewölbe angelegt wurde. Der Kranz konnte sowohl nach außen als auch nach innen vorstehen,⁹⁶⁵ wobei häufiger der Kranz nach außen (oben) vorstand. Stichkappen wurden jedoch auch ohne solche verstärkenden Kränze errichtet.

Die eingeschränkte Nutzbarkeit, der erhebliche konstruktive Aufwand sowie die Erkenntnis, dass der Seitenschub der Tonnengewölbe erheblich war, führte in der zweiten Hälfte des 18. Jh. zu einer Abwertung der Tonnengewölbe und in der Mark ab dem letzten Drittel des 18. Jh. zu einer Bevorzugung aufgereihter „Gurt- oder Kappengewölbe“⁹⁶⁶.⁹⁶⁷

Gleichzeitig kam dem Tonnengewölbe in veränderter Form, beispielsweise einhüftig als sogenanntes „Ochsenhorn“⁹⁶⁸, als Subkonstruktion, etwa für Treppenanlagen oder als schiefe

Brandschutzgewölbe, eine neue Bedeutung zu.⁹⁶⁹ In Verbindung mit dem Eisenbahnbau wurden Tonnengewölbe ab der ersten Hälfte des 19. Jh. für den Brücken- und Tunnelbau eingesetzt.⁹⁷⁰ Die Gewölbe wurden nun jedoch nicht mehr mit geraden, sondern mit schiefen, geknickten und gebogenen Achsen angelegt, wozu spiralförmige Läuferverbände und verstärkt besondere Formsteine entwickelt wurden.⁹⁷¹

5.2.3. KUPPELN

Durch so hochrangige Vorbilder wie dem römischen Pantheon oder St. Peter im Vatikan erhielt die Kuppel eine besondere architektonische Bedeutung.⁹⁷² Ein wesentlicher Gestaltungsaspekt für die Kuppeln des 17. und 18. Jh. war eine äußere auch von Ferne überzeugende Wirkung, weshalb die Kuppeln häufiger aus zwei Kuppelschalen als sogenannte „doppelte Gewölbe“⁹⁷³ errichtet wurden.⁹⁷⁴ Die äußeren Kuppelschalen wurden durch eine parabolische Form überhöht.⁹⁷⁵ Flachere Kuppeln erwiesen sich dagegen für die Innenraumwirkung als vorteilhafter. Entsprechend wurde Ende des 17. Jh. eine Kuppelkonstruktion als ein rundes Spiegelgewölbe beschrieben, dass äußerlich durch eine Ziegelschale und eine Blechabdeckung geschützt war.⁹⁷⁶ Wohl verknüpft mit geometrischen Überlegungen wurde die Form des „Kugel-Gewölbes“⁹⁷⁷ in der ersten Hälfte des 18. Jh. als das vollkommenste Gewölbe beschrieben. Damit war die gestalterische und statische Dominanz der Tonnengewölbe in Frage gestellt. Gestalterisch wurde Ende des 17. Jh. nach römischen Kuppeln mit einem offenen Nabel und nach französischen mit geschlossenem Nabel unterschieden.⁹⁷⁸ Kuppeln wurden vorzugsweise für Kabinette, Türme, Kirchen oder Säle gewählt,⁹⁷⁹ die während der ersten Hälfte des 18. Jh. im unteren Teil mit Fensteröffnungen versehen sein konnten. Die bevorzugte Idealform war während des 18. Jh. die Halbkugel, die durch Rippen oder Kassetten gestaltet werden konnte und sowohl auf Mauern, Pfeilern oder Säulen ruhte.⁹⁸⁰ Weitgehend unberücksichtigt blieb dabei, ob die Kuppelgewölbe als Steinwölbung oder als Holzkonstruktion errichtet wurden. Kuppeln waren eine bis in das 19. Jh. in Deutschland nur vereinzelt ausgeführte Gewölbeform.⁹⁸¹ Die Ausführung von Steinkuppeln, wie die der Französischen Kirche in Potsdam (1751/53) war noch seltener. Eine wesentliche Ursache waren die mit Steinkuppeln verbundenen hohen Herstellungskosten. Bevorzugt wurden deshalb bis in das 19. Jh. Holzkonstruktionen,⁹⁸² beispielsweise Bohlenbinderkonstruktionen.⁹⁸³

Nicht zuletzt wegen der als schwierig einzubindenden kreisrunden Grundrisse wurden Kuppeln in Profanbauten weitgehend vermieden.⁹⁸⁴ Kuppeln stellten auch in der Mitte des 19. Jh. eine solche Besonderheit dar, dass sie in der Regel in einfacheren Konstruktionshandbüchern für Bauhandwerker so gut wie nicht aufgeführt wurden.⁹⁸⁵

Bezeichnet wurde die Kuppel als „Kessel-“⁹⁸⁶, „Kugel-“⁹⁸⁷, „Rund-“⁹⁸⁸, „Helmgewölbe“⁹⁸⁹ oder einfach als „Kugel“⁹⁹⁰, „Halbkugel“⁹⁹¹, „hohle Halbkugel“⁹⁹². Weitere Bezeichnungen

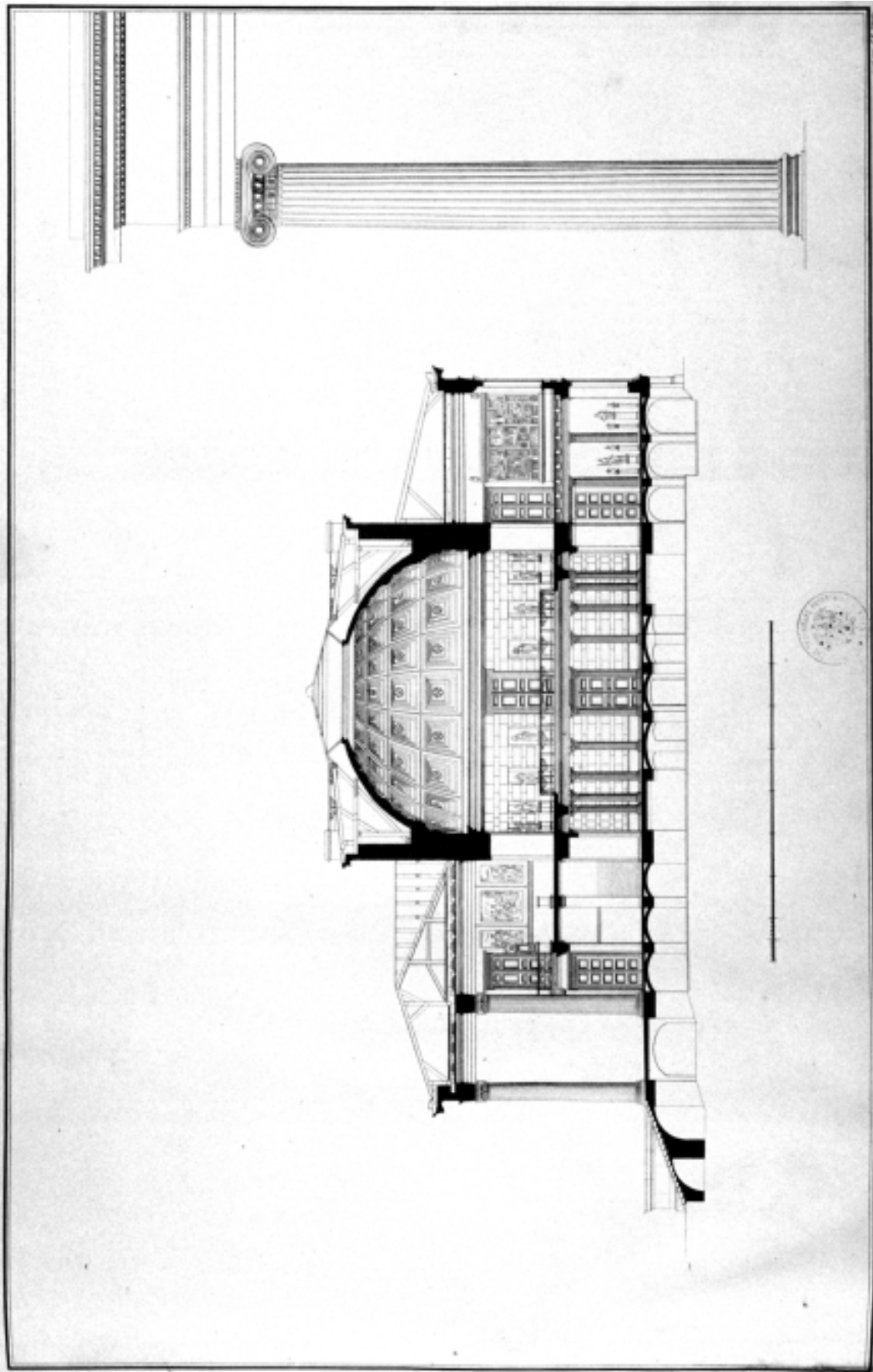


Abb. 188 Schinkel 1825. Tafel XV. Schnitt der Kuppel des Alten Museums in Berlin. Die Kuppel wurde gestalterisch als Kassettenwölbung angelegt, wobei die Ziegel auf einer Hohlkörpern versehenen Schalung verlegt wurden. Für den unteren Gewölbeteil wurde Vollziegel eingesetzt. Nach einem abschließendem Sandsteinring im ersten Drittel der Kuppelhöhe wurden Leichtziegel für die obere Wölbung verwendet. Den Abschluss bildet ein vollständiger Sandsteinring.

waren „Kessel“⁹⁹³, „umgedrehter Kessel“⁹⁹⁴, „Helm“⁹⁹⁵ oder „Dom“⁹⁹⁶. Gestalterisch bedeutsam war die Unterteilung durch Grate⁹⁹⁷ oder Rippen.⁹⁹⁸ Parallel zu den Kuppeln wurden Halbkuppeln, sogenannten „Kalotten“, bzw. „Chor- oder Nischengewölben“⁹⁹⁹ hohe gestalterische Qualitäten zu geordnet.

Inwieweit die beiden großen europäischen Kuppelbauwerke des späten 17. und frühen 18. Jh. St. Paul in London (1675-1711) und der Invalidendom in Paris (1675-1706) mit ihren doppelten Ziegelschalen¹⁰⁰⁰ und einer äußeren Dachhaut in der Mark bekannt waren und als Anregung gedient haben mögen, ist nicht bekannt. Dagegen ist davon auszugehen, dass die mehrschalige Kuppelkonstruktion des Panthéon (Ste-Geneviève) (1755-1790) sowie die Auseinandersetzung infolge der eingetretenen Bauschäden der preußischen Bauverwaltung im letzten Drittel des 18. Jh. bekannt war.¹⁰⁰¹

Angeregt durch genauere Kenntnisse antiker, neuzeitlicher und orientalischer Steinkuppeln¹⁰⁰² und verbesserter technischer und materieller Voraussetzungen, fand die Ausführung von Steinkuppeln zu Beginn des 19. Jh. mehr Beachtung.

Für die Kuppelkonstruktion wurde in der Regel von einer ringförmig geschlossenen, horizontalen Kämpferlinie ausgegangen.¹⁰⁰³ Das Gewölbe endete mit einem Scheitelpunkt.¹⁰⁰⁴ Durch die Herleitung der Gewölbeform in der ersten Hälfte des 19. Jh. als rotierende parabolische, elliptische oder halbkreisförmige Bogenlinien ließ sich die Gewölbeform als Rotationsfläche über einem kreisförmigen Grundriss¹⁰⁰⁵ genau erfassen. Jeder beliebige durch den Gewölbescheitel gelegte Querschnitt war damit kongruent.¹⁰⁰⁶ In der Betrachtung der Kämpferlinie, die als polygonaler geschlossener Ring betrachtet wurde, erfolgte in der Mitte des 19. Jh. eine Ableitung der Kuppel aus einem polygonalen Klostergewölbe.¹⁰⁰⁷

Auf die Kuppel wurde einerseits das statische Verständnis der Tonnengewölbe übertragen und andererseits kamen ergänzend Theorien und Berechnungen ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. hinzu, die gerade den geschlossenen Grundrissen der Kuppelgewölbe, aber auch den Klostergewölben eine den Seitendruck verringernde Wirkung zuschrieben.¹⁰⁰⁸ Teils wurde von einer Schubleitung in die Ecken ausgegangen, so dass bei einer polygonalen Grundrissfigur über acht Ecken hinausgehend von einem gleichmäßigen Schub ausgegangen wurde.¹⁰⁰⁹ Die stabilsten Bogenlinien, wie Spitzbogen oder Kettenlinie wurden als Rotationskörper über einem runden geschlossenen Grundriss angenommen. Als stabilste Gewölbeform wurde die Kuppel abgeleitet.¹⁰¹⁰

Während den einzelnen Bogenlinien, wie der Kettenlinie, noch häufig ein geringer Schub zugeordnet wurde,¹⁰¹¹ wurde der Kuppel im letzten Drittel des 18. Jh. als einzigem Steingewölbe ein wirkender Seitendruck weitgehend bzw. vollständig abgesprochen,¹⁰¹² „wenn sie geschickt gebauet sind, mag der bloße Zusammenhang ihrer Theile, wenn sie nicht gar zu schwer sind den Seitendruck zernichten“¹⁰¹³. Nur bei einem zu großen Eigengewicht war die Kuppel mit Eisenringen zu umschließen.¹⁰¹⁴

Gleichzeitig stieg die Sicherheit, den Schub ausschließen zu können, je höher die Kuppel im Verhältnis zum Durchmesser war. Mit großer Wahrscheinlichkeit angeregt durch St. Paul in London (1675-1711) oder das Panthéon (Ste-Geneviève) (1755-1790) in Paris wurde in der Mitte des 19. Jh. empfohlen, den Seitenschub flacher Kuppeln durch darüber angelegte steilere Kuppeln zu kompensieren.¹⁰¹⁵ Die Druckzunahme wurde ausgehend vom Mittelpunkt zum Rand hin angenommen.¹⁰¹⁶ Die statische Untersuchung der Kuppeln wurde bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. aber schwierig eingestuft, da man keine Möglichkeit sah, aussagekräftige Analysen durchführen zu können.¹⁰¹⁷ In Deutschland wurde zugleich mit Bedauern zur Kenntnis genommen, dass die französischen Ingenieure in der statischen Erfassung der Kuppeln führend waren.¹⁰¹⁸

Orientierungsgrößen in der Beurteilung der Festigkeit sowie in der Festlegung der Gewölbe- und Widerlagerstärke waren Tonnen- und gelegentlich auch Kreuzgewölbe. Daher wurde bei vergleichbaren Gewölbe- und Widerlagerstärken ab dem letzten Drittel des 18. Jh. der Kuppel gegenüber den anderen Gewölbeformen eine höhere Festigkeit und ein wesentlich geringerer Seitenschub zugeschrieben.¹⁰¹⁹ Bei einer gleichartigen Gewölbestabilität war daher die Kuppel nur mit einem Drittel der Gewölbestärke¹⁰²⁰ und der halben¹⁰²¹ oder drei Viertel¹⁰²² Widerlagerstärke auszustatten, so wie sie für ein vergleichbares Tonnengewölbe angenommen wurde. Teils wurde die angenommene Stabilität der Kuppeln mit dem vierfachen eines vergleichbar eingestuften Tonnengewölbes festgesetzt.¹⁰²³ Aufgrund der besonderen statischen Einordnung der Kuppel standen ab dem letzten Drittel des 18. Jh. mathematische Gleichungen und Tabellenwerke für die Festlegung der Kuppelstärken zur Verfügung.¹⁰²⁴ Darüber hinaus existierten auch Faustregeln, die Gewölbestärke der Kuppeln festzulegen. In der Mitte des 19. Jh. wurde beispielsweise abhängig vom Kuppeldurchmesser die Kämpferstärke (mit 1/12 bis zu 1/15) und die Scheitelstärke (mit 1/24 bis zu 1/30) bestimmt.¹⁰²⁵ Nur in Ausnahmen bei besonders großen Kuppeln waren in der ersten Hälfte des 19. Jh. größere Kämpferstärken (von 2 ½ und 3 Steinlängen) anzunehmen,¹⁰²⁶ die zum Scheitel hin um ein Viertel oder ein Drittel¹⁰²⁷ reduziert wurden.¹⁰²⁸

Erhebliche Bedeutung für die angenommene Stabilität der Kuppel kam der Ausführung zu. Teils erhielten Stein- und Mörtelqualitäten¹⁰²⁹ besondere Beachtung. Dies äußerte sich beispielsweise darin, dass für besonders belastete Kuppeln schwerere Steine, wie Granit oder Basalt zur Stabilisierung gewählt werden sollten.¹⁰³⁰ Teils meinte man bei der Kuppel wegen ihrer großen statischen Vorzüge auf festere Baumaterialien verzichten und stattdessen Lehm (gestampft oder als geformte Steine) verarbeiten zu können.¹⁰³¹ Die bevorzugte Wölbtechnik der Kuppeln waren horizontale Ringschichten, denen eine zusätzliche stabilisierende Wirkung zugeschrieben wurde.¹⁰³² Sofern Kuppeln aus Hohlziegeln hergestellt wurden, erwiesen sich unterschiedliche Steingrößen für die Ausführung als vorteilhaft.¹⁰³³ Außerhalb des Untersuchungsgebiets in Kassel fand während der 30er Jahre des 19. Jh. eine mit Hohl-

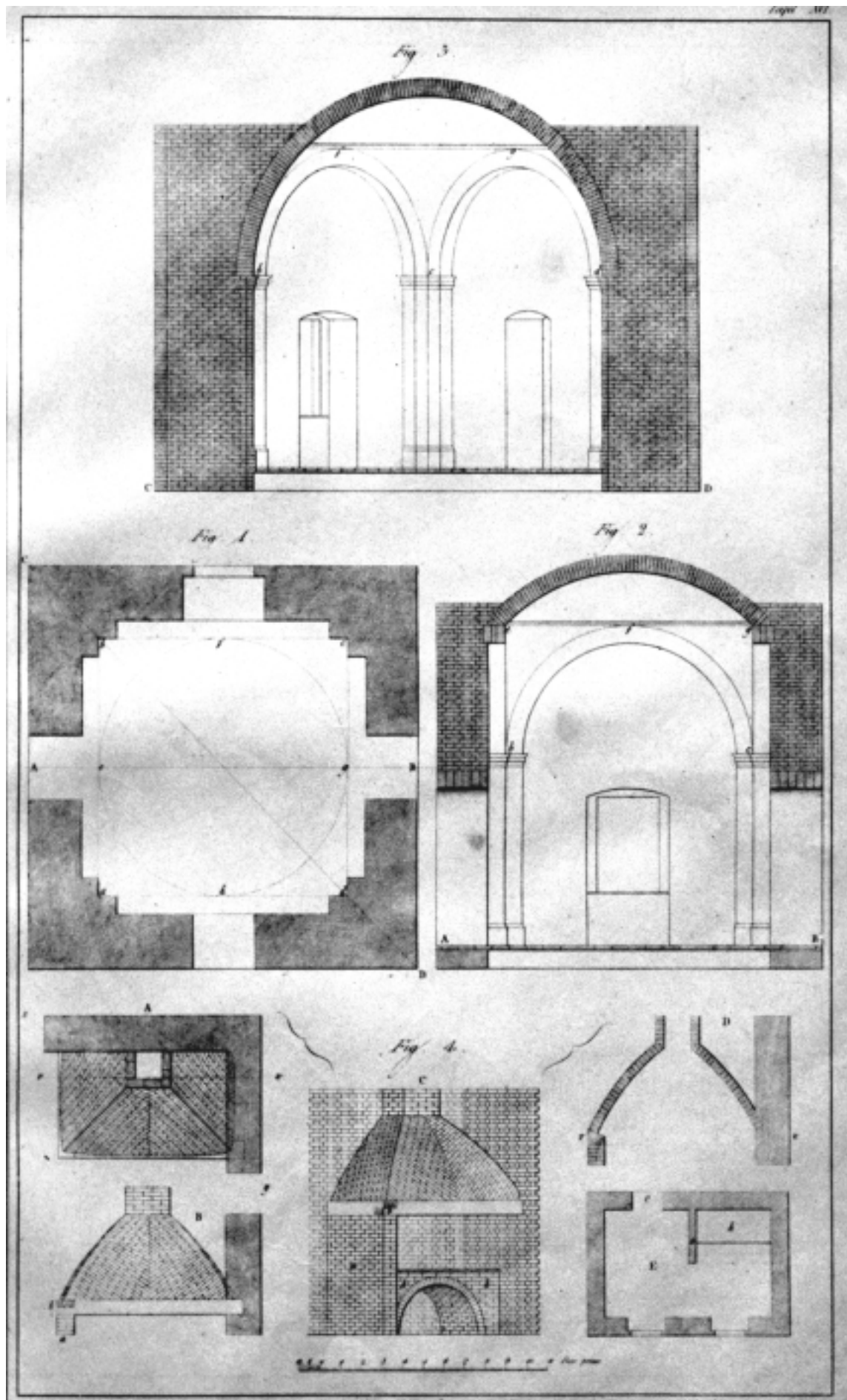


Abb.189 Technische Deputation 1835 (erste Auflage 1830.) Tafel XVI. Stutzkuppel und Essen

5. GEWÖLBE

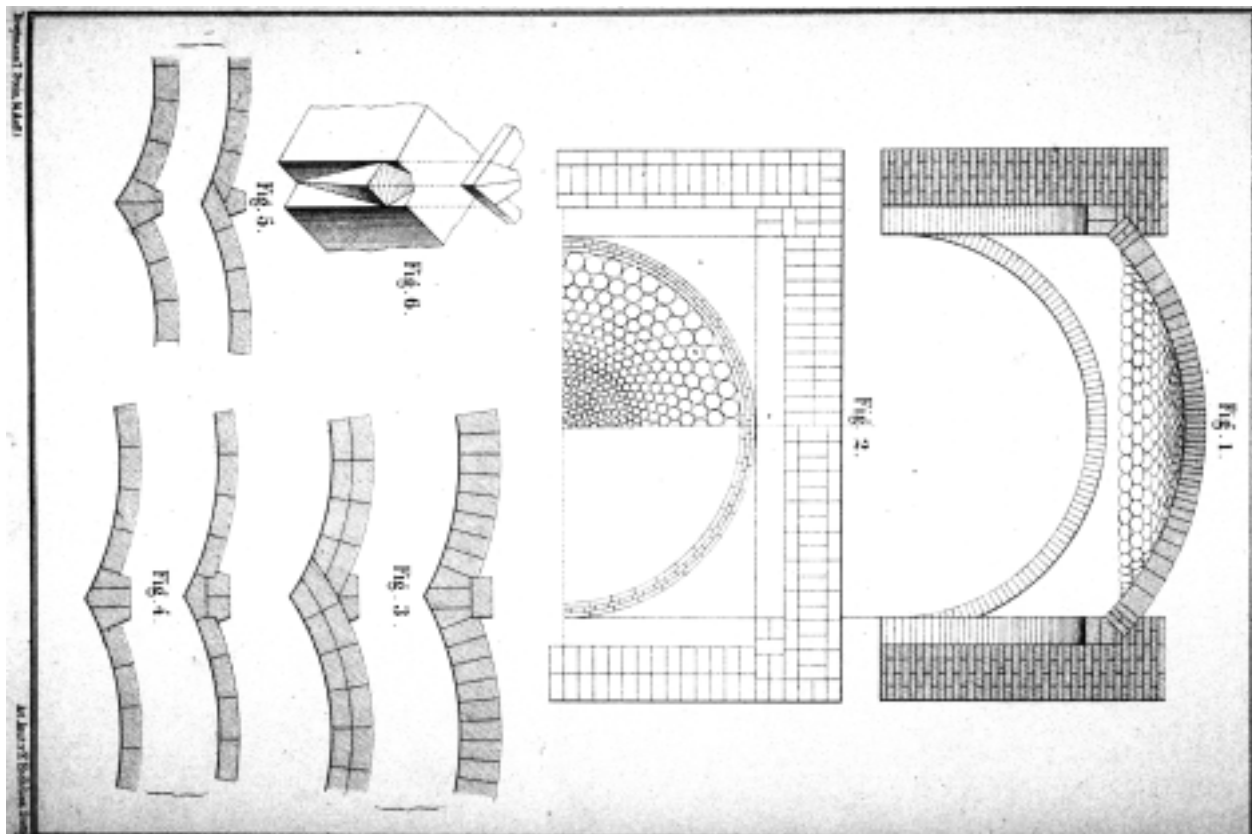


Abb.190 Breymann 1868. Tafel 34. Pendentifgewölbe mit Hohlziegeln als Flachkuppel

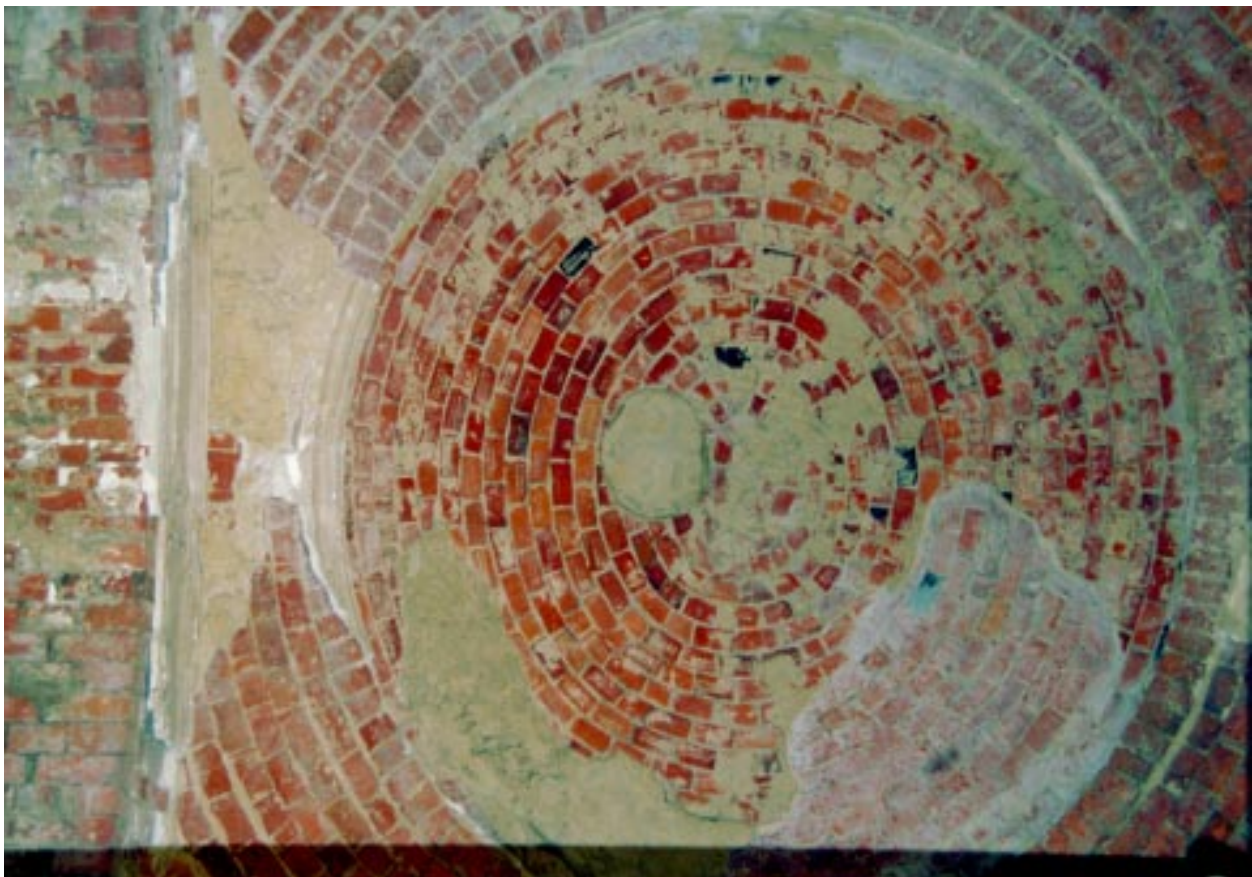


Abb.191 Pendentifgewölbe mit Spiralwölbung, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63) in Potsdam-Neuer Garten.

ziegeln kegelförmig errichtete Kuppel (Durchmesser von 60 Fuß¹⁰³⁴ (ca. 18,8 m) und einem Neigungswinkel von ca. 30°) Beachtung. Statt die Ringschichten auf einen Mittelpunkt auszurichten, wurden in der Mitte des 19. Jh. überkragende horizontal ausgerichtete Ringschichten als stabilere Herstellungstechnik empfohlen.¹⁰³⁵

Entsprechend der wichtigen gestalterischen Kuppelgliederung wurden Kuppeln in eine Konstruktion stehender Gurte mit dazwischen gesetzten Kappen unterteilt,¹⁰³⁶ so wie die Kuppelkonstruktion des Panthéon (Ste.-Geneviève) (1755-1790) in Paris. Die Gurte bzw. Strebebogen wurden bei dieser Kuppel außen angeordnet und waren durch den Verband mit dem Gewölbe verbunden.¹⁰³⁷ Die Strebebogen, auch als „Sporne“¹⁰³⁸ oder „Rippen“¹⁰³⁹ bezeichnet, (vgl. S. 334 ff.) wurden im Gewölbescheitel zu einem Kreis zusammengeführt.¹⁰⁴⁰

Aus dieser Kuppelkonstruktion entstand eine gitterförmige Gewölbestruktur, wenn die stehenden Gurte zusätzlich durch horizontale Gurte untereinander verbunden wurden. Beide Gurtarten wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. u.a. als „Rippen“, „Stege“ oder „Frieße“¹⁰⁴¹ bezeichnet. Teils wurden die auf den Gewölbemittelpunkt ausgerichteten Rippen als Gurte bezeichnet, während die horizontalen Kreise¹⁰⁴² als Rippen und Bänder beschrieben wurden.¹⁰⁴³ Einheitliche Bezeichnungen bestanden jedoch nicht. Als Baumaterialien der Gurte wurden sowohl Werksteine¹⁰⁴⁴ als auch Ziegel angeführt. Für diese räumlichen Gewölbegitter dienten antike Kuppelkonstruktionen als Vorbild, wobei der Ausbildung als gestaltetes Kassettengewölbe eine besondere Bedeutung zu kam.¹⁰⁴⁵

Die Kassetten waren von innen sichtbare, vertiefte Felder, die durch vorstehende vertikale und horizontale Gurte begrenzt wurden. Denkbare Ausführungen der Kassetten waren „Gusswerk“¹⁰⁴⁶, Ziegelfelder,¹⁰⁴⁷ Hohlziegel,¹⁰⁴⁸ Leichtsteine,¹⁰⁴⁹ die auf hohlen Schalkästen angelegt wurden.¹⁰⁵⁰ Teils wurden auch Platten angeführt, die in die Kassettenfelder eingelegt werden sollten.¹⁰⁵¹ Dennoch wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. Kassettengewölbe vorgezogen, die nicht als konstruktives räumliches Gitterwerk konzipiert, sondern als Gewölbeschale aufgebaut waren. Die Kassetten ergaben sich als Maueraussparung,¹⁰⁵² wie sie aufwendig unter Einsatz von Holzschablonen¹⁰⁵³ für die Kuppel des Alten Museums in Berlin angelegt worden waren¹⁰⁵⁴ (Abb. 188). Die einfachste technische Ausbildung bestand darin, Felder durch einen entsprechenden Gipsmörtelauftrag für die Gurte herauszubilden.¹⁰⁵⁵ Gestalterisch unumgänglich war es, Gurte und Kassetten zum Scheitel hin zu verjüngen.¹⁰⁵⁶ Kuppeln als „Gusswerk“¹⁰⁵⁷ auf einer vollflächigen Schalung herzustellen,¹⁰⁵⁸ wurde zwar immer wieder angeführt, wenngleich das Zutrauen in eine solche Herstellung nicht bestand.

Der „Nabel“¹⁰⁵⁹, der Kuppelmittelpunkt, wurde entweder als Schlussstein oder als offener Kreis ausgebildet. Während der Schlussstein teils in Form eines Kegelstumpfs konzipiert wurde,¹⁰⁶⁰ konnte der offene Kreis durch einen Ring aus Holz, Werkstein oder Ziegeln gefasst sein.¹⁰⁶¹ Bis in das 19. Jh. wurden „Laternen“¹⁰⁶² angeführt, die über die Scheitelöffnung gesetzt wurden. Der offene Gewölbescheitel besaß jedoch durch die Vorbildfunktion

des römischen Pantheon eine hohe Gestaltungsqualität,¹⁰⁶³ die in der ersten Hälfte des 19. Jh. auch als Belichtung- und Belüftungsöffnung akzeptiert wurde.¹⁰⁶⁴ Die Öffnungsgröße wurde mit einem Drittel bzw. einem Viertel des Kuppeldurchmessers festgelegt,¹⁰⁶⁵ wodurch gleichzeitig die flache obere, instabilere Scheitelwölbung vermieden wurde. Zur Stabilisierung der Scheitelöffnung wurden größere Kuppeln, wie die des Alten Museums in Berlin (1823/29)¹⁰⁶⁶ (Abb. 188) oder des Mainzer Theaters (um 1833),¹⁰⁶⁷ mit einem Werksteinring gefasst.

Obwohl den Kuppeln kein oder nur geringer Seitenschub unterstellt wurde und ein Umstürzen der Widerlager wegen des gleichmäßig gestreut angenommenen Seitenschubs für unmöglich erachtet wurde,¹⁰⁶⁸ war das Vertrauen in diese statischen Prognosen gering.¹⁰⁶⁹ Um sicher zu gehen, waren die Widerlager auf ein Achtel des Kuppeldurchmessers zu verstärken¹⁰⁷⁰ und bis zur halben Gewölbehöhe zu hintermauern.¹⁰⁷¹ Um beispielsweise die beiden Kuppeln an den Ecken der Hauptfassade des Berliner Neuen Museums (1844/51) mit Durchmessern mit je sechsundvierzig Fuß (ca. 1444,4 cm) stabil auszuführen, ragten diese nicht über die „Rücklagen“¹⁰⁷², die hintermauerten Widerlager hinaus. Anstelle steinerne Widerlager wurden Anker, sogenannte „eiserne Schließen“¹⁰⁷³, teilweise unter Hinweis auf die Kuppel des Peterdoms in Rom¹⁰⁷⁴ oder die Mainzer Domkuppel¹⁰⁷⁵ als wirkungsvolles Mittel angeführt, einem dennoch auftretenden Seitendruck entgegen zu wirken und ein mögliches Öffnen der Fugen zu verhindern.¹⁰⁷⁶

An der Kuppelkonstruktion des Alten Museums in Berlin (1823/29) lässt sich das statisch-konstruktive Verständnis der Kuppelkonstruktionen in der ersten Hälfte des 19. Jh. gut nachvollziehen. Ein Zutrauen in die statischen Theorien, wonach die Kuppel frei von Seitenschub sei, bestand nicht. Gleichzeitig wurde das Gewölbe in etwa einem Drittel der Gewölbehöhe konstruktiv unterteilt. Die erfahrbare gestalterische Einheit der Gewölbekuppel war konstruktiv aufgehoben. Der untere Gewölbeteil wurde mit normalen festen Ziegeln erstellt und ging seitlich in das Widerlager über. Dieser dem Widerlager zugeordnete Gewölbeteil schloss mit einem Sandsteinring ab. Ihm folgte eine Leichtziegelwölbung, die mit einem geschossenen Sandsteinring abschloss. Umgesetzt wurde die Erkenntnis, mit einer Gewichtsreduzierung den Seitenschub verringern zu können.¹⁰⁷⁷ Ebenso wurde die Gewölbestärke in Absätzen mit halben Steinlängen zum Scheitel hin reduziert. Die Widerlager wurden nicht durch zusätzliche Breiten, sondern durch in die Vertikale aufgebrachte Mauer Massen der umfassenden Wände verstärkt.

PENDENTIFGEWÖLBE / HÄNGEKUPPEL

Durch die Projektion der Kuppel auf einen quadratischen oder rechteckigen Grundriss entsteht eine gestutzte Kugelkuppel, die Hängekuppel. Die Gewöbelinie der Pendentifs und der

oberen Kuppelgewölbe sind bei der Hängekuppel durch eine gleiche Gewölbelineie bestimmt. Sobald die Gewölbelineien der Pendentifs und der oberen Kuppel von einander abweichen, wird die dadurch entstehende Gewölbeform als Pendentifgewölbe bezeichnet.

Als neuzeitliche italienische Gewölbe des 16., 17. und 18. Jh. waren gestutzte, auf einen quadratischen Grundriss projizierte Kuppelgewölbe¹⁰⁷⁸ und deren vorteilhafte Kombination mit einem Pfeilerraster unter Bezug auf Palladio¹⁰⁷⁹ Ende des 17. Jh. geschätzte Gewölbeformen. Dennoch blieben gestutzte Kuppeln, trotz der Berücksichtigung beispielsweise in Frankreich,¹⁰⁸⁰ in Norddeutschland weitgehend unberücksichtigt. Erst in der ersten Hälfte des 19. Jh. fand auch die Stutzkuppel nicht nur in der Mark Brandenburg als Renaissancegewölbe und kuppelartiges orientalische Gewölbe¹⁰⁸¹ größere Beachtung.

Beispielsweise verwendete Schinkel die sogenannte „abgeschnittene Kuppel“¹⁰⁸² für eine Entwurfsvariante der Friedrichswerderschen Kirche, die er zwischen Gurtbogen setzte. Ebenso fanden Hängekuppeln Aufmerksamkeit, die für das Kursaalgebäude in Brückenau in Franken 1827 als Renaissancegewölbe errichtet worden waren.¹⁰⁸³ Den Pendentif- bzw. Hängekuppeln wurde ein wachsendes Interesse zu teil, dessen Ursache in der einfachen und preiswerten Herstellung und der leichten Übertragung auf einen Rastergrundriss zu sehen ist.¹⁰⁸⁴ Ein besonderer Vorteil bestand darin, dass Pendentif- und Hängekuppel sich problemlos ohne gestalterische Beeinträchtigungen auf alle Grundrissformen übertragen ließen.¹⁰⁸⁵ Die Gewölbeflächen wurden zudem als wichtige Gestaltungselemente aufgefasst, die eine facettenreiche Gestaltung durch die unterschiedlichsten Putz- und Farbaufteilungen in Felder, Kappen mit und ohne Grate erlaubten.¹⁰⁸⁶

Beschrieben wurde die Stutzkuppel in der ersten Hälfte des 19. Jh. in der Regel als eine „Kuppel im viereckigen Raume“¹⁰⁸⁷ bzw. „quadrirte“¹⁰⁸⁸ zwischen Gurtbogen gesetzte „abgeschnittene Kuppel“¹⁰⁸⁹. Ausgehend von einem quadratischen Grundriss wurde in diesen ein Kreis einbeschrieben.¹⁰⁹⁰ Die Wölbung wurde durch vier tragende Schildmauern oder Bogen begrenzt. Die dominierende Bogenform der Schildbogen war dabei der gestalterisch besonders geschätzte Halbkreisbogen¹⁰⁹¹ (Abb. 189). Als ausreichendes Widerlager der Stutzkuppeln wurden in der Regel vier Pfeiler oder Ecken angesehen,¹⁰⁹² die mit einem Fünftel¹⁰⁹³ oder einem Sechstel¹⁰⁹⁴ des Kuppeldurchmessers als ausreichend stabil bestimmt wurden.

Sowohl bei der Stutzkuppel als auch bei den Pendentifgewölben war die konstruktive Ausbildung der Pendentifs gleichartig. Die Pendentifs oder auch Zwickel¹⁰⁹⁵ galten als Auflager der sich anschließenden Kuppelwölbung.¹⁰⁹⁶ Nur selten wurden die Zwickel zylindrisch ausgebildet, vielmehr stellten sie den Übergang von einer quadratischen in die runde Grundrissform dar.¹⁰⁹⁷

Unabhängig von den gestalterischen Vorzügen, entwickelte Georg Moller in Deutschland während der ersten Jahrzehnte des 19. Jh. Hängekuppeln mit Pendentifs, die als Ziegelwöl-

bung in horizontalen Steinschichten als Kragwölbung ausgeführt wurden. Diese Gewölbe-
 konstruktion wurde für die Pendentifs der Hängekuppeln und Pendentifgewölbe während der
 ersten Hälfte des 19. Jh. bestimmend. Die Zwickel wurden mit gewöhnlichen Ziegeln errich-
 tet¹⁰⁹⁸ und soweit verfügbar die Anläufe (Kämpfer) in Werkstein oder größeren Formsteinen
 angelegt.¹⁰⁹⁹ Die Steine wurden in der Regel als Horizontalschichten überkragend angelegt
 und mit den angrenzenden Bogen und Hintermauerungen als ein Mauerwerk ausgeführt.¹¹⁰⁰
 Verbunden war diese Wölbtechnik mit der Vorstellung, den Schub aus der sich anschließen-
 den Wölbung aufheben zu können¹¹⁰¹ und dabei den Einsatz von Eisenankern einzusparen.
 Die praktische Umsetzung der ersten bekannteren deutschen Pendentifgewölbe erfolgte unter
 der Leitung von Moller 1833 für das Treppenhausegewölbe des Mainzer Stadttheaters,¹¹⁰²
 (Durchmesser von 51 Fuß¹¹⁰³ (ca. 1601,4 cm)) sowie Gewölbe im Palais des Prinzen Karl
 von Hessen in Darmstadt.¹¹⁰⁴ Der Franzose Jean Rondelet ließ 1828 versuchsweise Penden-
 tifgewölbe mit Zwickeln aus horizontalen Kragsschichten errichten und wies diese Gewölbe
 als seitenschubfrei aus,¹¹⁰⁵ so dass die Pendentifgewölbe und Hängekuppeln in den ersten
 Jahrzehnten des 19. Jh. zu einer der anerkanntesten stabilen Gewölbeformen avancierte und
 neben dem Kreuzgewölbe die häufigste Wölbung quadratischer Räume waren.¹¹⁰⁶

Zwickel und Gurtbogen wurden häufiger ohne ein Gerüst errichtet, während für den Ge-
 wölbekranz und die Kuppelwölbung Lehrbogen verwendet wurden.¹¹⁰⁷ Eine vollflächige
 Schalung wurde als zwingend vorausgesetzt, wenn die Kuppeln der Pendentifgewölbe mit
 Bruch- oder Werksteinen ausgeführt werden sollten. Die Herstellung aus Ziegeln galt als
 wesentlich einfacher, bei der es genügte, einen lotrecht ausgerichteten Lehrbogen vorzuse-
 hen, von dem aus mit einer Schnur die einzelnen Schichten bestimmt werden konnten.¹¹⁰⁸
 Alternativ wurden auch diagonal ausgerichtete Lehrbogen aufgestellt, die zur Ausrichtung
 der Gewölbeform diente.¹¹⁰⁹

Sobald die Zwickel zu einem Kreis zusammengeführt waren, wechselten sowohl Herstel-
 lungstechnik¹¹¹⁰ und gelegentlich sogar die Gewölbesteine. Die Wölbung der anschließenden
 Kuppeln wurde aus konzentrische Steinringen¹¹¹¹ oder als Spiralen¹¹¹² bis zum Gewölbe-
 scheitel geführt (Abb. 190 u. 191). Alternativ dazu wurden die Kuppeln auch als Wölbung
 auf den Schwalbenschwanz ausgeführt.¹¹¹³ Für die Kuppeln wurden sowohl Ziegel als auch
 Hohlziegel, sogenannte „Töpfe“¹¹¹⁴, in Mörtel versetzt. Ebenso wurden zusammengesteckte
 Hohlziegel angeführt, ohne dass eine Ausführung in der Mark dazu bekannt war.¹¹¹⁵

1834 wurde auf dem Kirchhof der Dreifaltigkeitskirche Berlin-Kreuzberg die Begräbnis-
 stätte der Familie Epenstein mit einer Hängekuppel überwölbt. Die begrenzenden Gurte und
 Pendentifs wurden in Vollziegeln ausgeführt, während die flache Kuppel darüber aus unter-
 schiedlich großen Hohlziegeln, angeordnet in Ringschichten, mit einem Kalkmörtel zusam-
 mengesetzt wurde. Das gesamte Gewölbe war von einem Eisenring umfasst.¹¹¹⁶

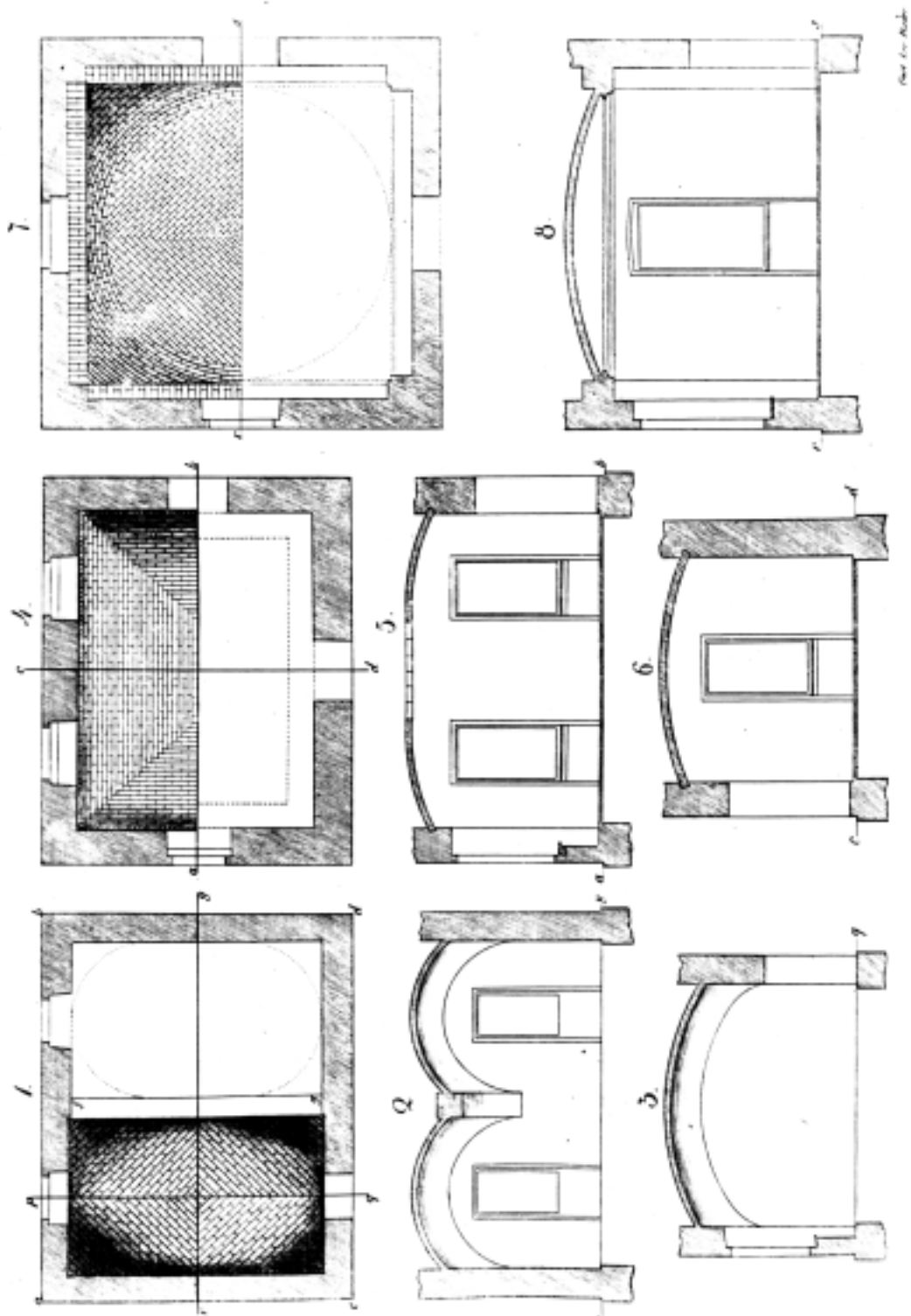


Abb.192 Gernrath, 1807, Tafel 11. Flachgewölbe (als Böhmische Kappe Figur 1-3) und Klostergewölbe Figur 4-6 und gewölbte Decken (Figur 7 und 8)

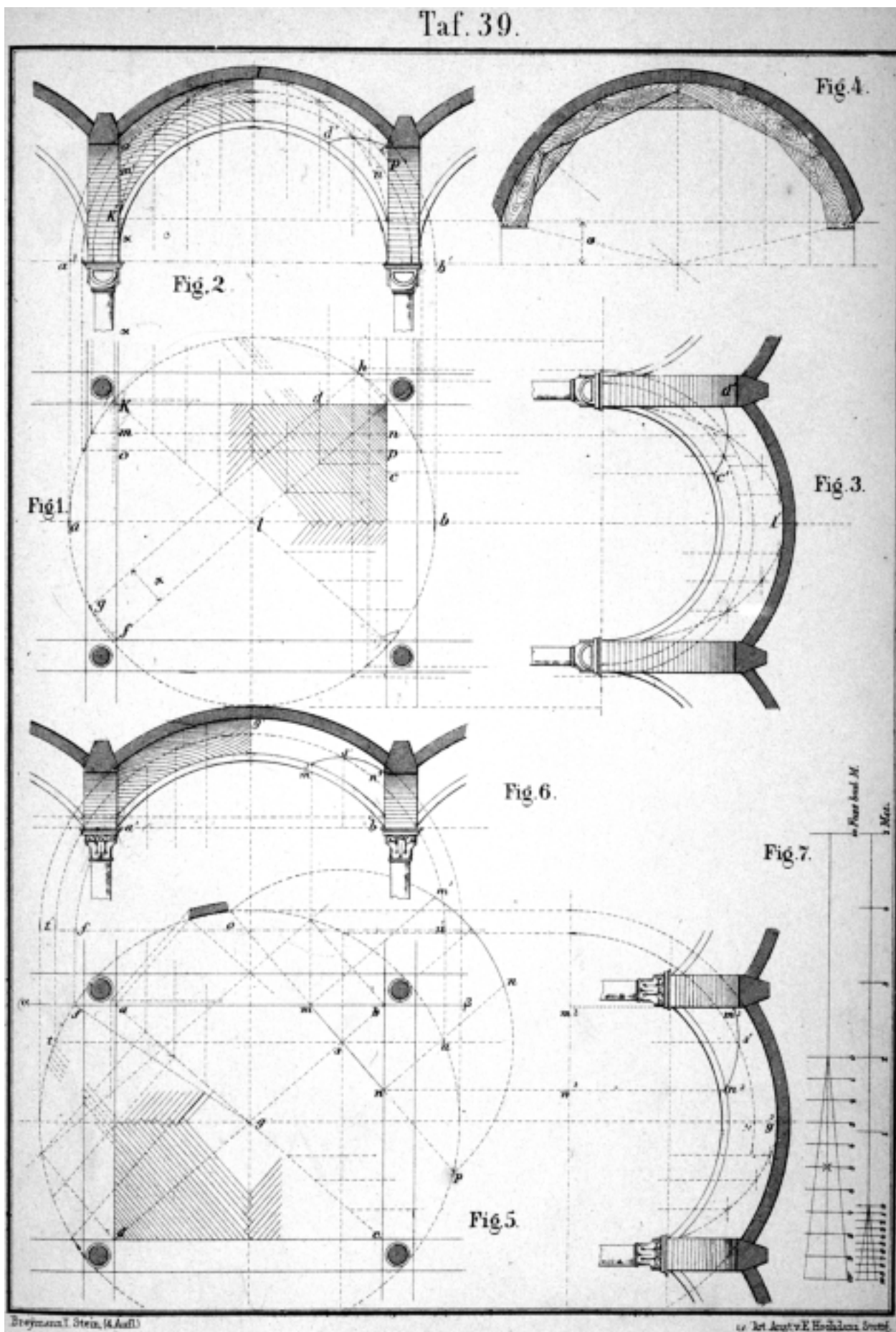


Abb.193 Breymann 1868. Tafel 39. Flachkuppel, die sogenannte „Böhmische Kappe“ hier zwischen Gurtbogen eingespannt

Im Unterschied dazu wurden die Pendentifgewölbe für das Belvedere auf dem Pfingstberg in Potsdam (um 1847) als Vollziegelgewölbe angelegt. Die Pendentifs scheinen wohl als Kragwölbung ausgeführt worden zu sein (ein sichtbarer Querschnitt bestand nicht). Die unteren Gewölbeflächen sind durch Binderköpfe bestimmt. Nach einem Versatz von einer halben Steinlänge, ausgeführt als Rollschicht, folgte eine als Spirale hergestellte Flachkuppel. Die Gewölbestärke der Flachkuppeln betrug im Scheitel eine halbe Steinlänge (Abb. 191). Im oberen Bereich der Zwickeln aller Pendentifgewölbe waren kleine Öffnungen vorhanden, die wohl zur Entwässerung sich ansammelnden Wassers dienten.

Teils wurde ein Hintermauern der Kuppel bis zu zwei Dritteln der Gewölbehöhe angegeben,¹¹¹⁷ wozu neben Ziegeln auch Hohlziegel und Gips als Füllmasse mit eingesetzt wurden.¹¹¹⁸

Die konstruktive Unterteilung von Zwickel und folgender Kuppelwölbung waren für Hängkuppel und Pendentifgewölbe gleichartig.¹¹¹⁹ Die obere Kuppel wurde dabei mit dem flachen sogenannten „böhmischen Kappengewölbe“¹¹²⁰ teils gleichgesetzt.

BÖHMISCHE KAPPE/ GESTUTZTE FLACHKUPPEL

Die heute häufig als „böhmische Kappe“ bezeichnete gestutzte oder beschnittene¹¹²¹ Flachkuppel ist eine auf den jeweiligen Grundriss abgestimmte gestutzte Flachkuppel. Die bereits im 16. Jh. mit einem Schildkrötenpanzer¹¹²² verglichenen Kappen galten auf vier Stützen gestellt als dauerhaftes Gewölbe.

Verglichen wurde die gestutzte Flachkuppel häufiger mit einem Kreuzgewölbe, bei dem die Grate entfielen.¹¹²³ Seltener wurde ein Bezug zu Klostergewölben hergestellt.¹¹²⁴ In der Regel wurden die gestutzten Flachkuppeln aus der Kugel abgeleitet¹¹²⁵ und als Kugelausschnitt auf einen quadratischen Grundriss¹¹²⁶ übertragen. Signifikantes Merkmal der gestutzten Flachkuppel war eine gebogene Kämpferlinie¹¹²⁷ (Abb. 192, Fig. 1, 2 u. 3). Die Form der gestutzten Flachkuppel wurde damit verglichen, „wie wenn man ein Tuch an den vier Zipfeln fasst und es frei herabhängen lässt, und man denkt sich das Gewölbe in umgekehrter Form zwischen vier Wände gespannt“¹¹²⁸. In einem Formenvergleich zu den gestutzten Kuppeln fiel das Pendentif der gestutzten Flachkuppel sehr gering aus bzw. war faktisch nicht vorhanden. Entsprechend zeichnete sich auf den begrenzenden Stirnmauern nur ein Stichbogen ab.¹¹²⁹

Auch wenn die Gewölbeform einer gestutzten Kuppel theoretisch meist von der Kugel abgeleitet wurde, so war für die tatsächliche Formgebung sowohl der Grundriss als auch die genau festgelegte Höhe der Kämpferlinie ausschlaggebend.¹¹³⁰ Teils wurde die Gewölbehöhe in Bezug auf die Diagonalen ermittelt (Gewölbehöhe entsprach dann $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{4}$ der Diagonalen).¹¹³¹ Bevorzugte Grundrissfiguren waren solche, deren Länge nicht mehr als die eineinhalb- oder zweifache Breite betrug¹¹³² und die für eine vereinfachte Herstellung mög-

lichst rechteckig ausgerichtet waren.¹¹³³ In Vorbereitung für die Herstellung wurde der tiefste Gewölbepunkt einer gestutzten Flachwölbung bestimmt und die Kämpferlinien als Segmentbogen an den begrenzenden Wänden festgelegt.¹¹³⁴ Die Pfeilhöhen der Bogen orientierten sich an der längsten Raumseite (1/8 bis 1/12 der Raumseite).¹¹³⁵ Die Kuppelwölbung wurde mit einem geringen Stich (Stichhöhe des Gewölbescheitels mit 2 bis 3 Zoll¹¹³⁶ (ca. 5,6 und 7,8 cm)) als ausreichend stabil beurteilt.

Als günstige Raumgrößen für die gestutzten Flachkuppeln wurden quadratische oder rechteckige Räume eingeordnet, mit Seitenlängen zwischen neun und zwanzig Fuß¹¹³⁷ (ca. 282,6 und 628,0 cm). Begrenzt wurden die gestutzten Flachkuppeln durch Gurt- oder Mauerbogen¹¹³⁸ oder die den Raum umschließenden Wände. Gurte dienten vorrangig dazu, große Spannweiten zu vermeiden.¹¹³⁹ Gewölbt wurden die gestutzten Flachkuppeln in der Regel aus der freien Hand, wobei Lehrbogen entlang der Seitenwände und diagonale Lehrbogen ausgerichtet wurden.¹¹⁴⁰ Der Gewölbescheitel war möglichst weit von den Ecken entfernt anzulegen und bei unregelmäßigen Grundrissen auszumitteln.¹¹⁴¹ Die Wölbung erfolgte schwebend über den Lehrbogen,¹¹⁴² das Gewölbe wurde durch das Lehrgerüst nicht unterstützt.

Bevorzugte Wölbtechnik der gestutzten Flachkuppeln war die Wölbung auf den Schwalbenschwanz, ausgeführt mit in Ziegel und Kalkmörteln.¹¹⁴³ Die Wölbung auf den Schwalbenschwanz wurde auch als „böhmische Bogenschließung“¹¹⁴⁴ bezeichnet. Wenn möglich sollten die einzelnen Ziegelschichten die Länge von sechs Fuß (ca. 188,4 cm) aus Gründen der Stabilität nicht überschreiten. Sofern die Wölbung dennoch größer war, wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. nahegelegt, die Wölbung auf den Schwalbenschwanz neu auszurichten.¹¹⁴⁵ Derartig in der Achse gedrehte Wölbungen blieben in der Mark allerdings weitgehend unbekannt. Alternativ zur Wölbung auf den Schwalbenschwanz wurde vereinzelt eine Wölbung aus Krag- und Ringschichten vorgeschlagen, wie sie auch für die Pendentifgewölbe eingesetzt wurden.¹¹⁴⁶

In der Regel wurde die Gewölbestärke mit einer halben Steinlänge oder fünf Zoll¹¹⁴⁷ (ca. 13,0 cm) festgelegt, so dass die Wölbung auf den Schwalbenschwanz als Läuferverband ausgeführt wurde. Lediglich am Gewölberand und den Ecken wurden die gestutzten Flachkuppeln teils auf die doppelte Gewölbestärke verstärkt.¹¹⁴⁸ Vereinzelt wurden größere Seitenlängen (ab 16 oder 18 Fuß (ca. 502,4 oder 565,2 cm) mit einer Erhöhung der Gewölbestärke auf eine Steinlänge verbunden.¹¹⁴⁹ Während in der Mark übliche Ziegelsteinformate verwendet wurden, existierten beispielsweise in Schlesien besondere Steinformate¹¹⁵⁰ (9 Zoll (ca. 23,4 cm) Länge, 9 Zoll Breite und 2 ½ Zoll (ca. 6,5 cm) Höhe).

Als Gewölbeauflager ausreichend war es, wenn die begrenzenden Mauern und Bogen mit Schlitzten (Tiefen zwischen 1 ½ bis 3 Zoll¹¹⁵¹ (ca. 3,9 bis 7,8 cm)) versehen wurden.¹¹⁵² Bei neuen Mauerwerken konnte die Wölbung auch aufgesattelt sein, vorausgesetzt eine vollflä-

chige Rüstung stand zur Verfügung.¹¹⁵³ In den Gewölbeecken wurden, sofern vorhanden, Werksteine als „Anfänger“¹¹⁵⁴ bevorzugt.¹¹⁵⁵ In Schlesien und in Teilen Bayerns wurden für die Gurte gesonderte Steinformate verwendet,¹¹⁵⁶ die in München beispielsweise als „Gurtsteine“¹¹⁵⁷ bezeichnet wurden. Die begrenzenden Gurte wurden zumeist mit dem Gewölbe zeitgleich in einem zusammenhängenden Mauerwerksverband errichtet,¹¹⁵⁸ sofern die Gurte nicht aus Werksteinen erstellt wurden.¹¹⁵⁹

Die begriffliche Bezeichnung und Zuordnung der gestutzten Flachkuppel war in der ersten Hälfte des 19. Jh., sofern sie überhaupt näher bezeichnet wurde, unklar und uneinheitlich. Häufiger wurden die gestutzten Flachkuppeln als „böhmisches Platzel“¹¹⁶⁰, „Wiener Kugel“¹¹⁶¹ oder „Platzelgewölbe“¹¹⁶² und „böhmische Gewölbe“¹¹⁶³ bezeichnet. Daneben existierte die Beschreibung als „böhmische Kappe“¹¹⁶⁴ die gezielt zur Unterscheidung der sogenannten „preußischen Kappe“ in der zweiten Hälfte des 19. Jh. eingeführt worden war¹¹⁶⁵ (vgl. S. 345 ff.), um das wohl bestehende Begriffswirrwarr aufzulösen. Beispielsweise wurde die gestutzte Flachkuppel wohl in Österreich als „preußisches Platzelgewölbe“¹¹⁶⁶ bezeichnet. Obwohl die gestutzte Flachkuppel in Österreich, Bayern, Böhmen und Schlesien ein verbreitetes, mit geringer Konstruktionshöhe leicht auszuführendes Gewölbe zum Teil seit Jahrhunderten eingesetzt wurde,¹¹⁶⁷ blieb die gestutzte Flachkuppel in Norddeutschland, so auch in der Mark bis in die Mitte des 19. Jh. weitgehend unbeachtet.¹¹⁶⁸ Daran änderte sich trotz der immer wieder herausgestellten einfachen und preiswerten Ausführung¹¹⁶⁹ während der ersten Jahrzehnte des 19. Jh. nichts. Möglicherweise führte erst ein Vortrag über die gestutzte Flachkuppeln auf der „Allgemeinen Architekten-Versammlung zu Gotha“ 1846 zur größeren Bekanntheit und Akzeptanz. In dem Vortrag wurde das „Platzelgewölbe“¹¹⁷⁰ als eine sehr ökonomische Wölbung für Wirtschaftsbauten hervorgehoben,¹¹⁷¹ dessen besonderer Vorteil in der leichten Anwendung auf „Pfeiler- und Gurtsystem“¹¹⁷², die gerasterten Grundrisse gesehen wurde (Abb. 193).

Im Unterschied zum Tonnengewölbe wurde der gestutzten Flachkuppel analog zu den Kuppeln ein wesentlich geringerer Seitenschub zugedacht (nur $\frac{1}{4}$ ¹¹⁷³ oder $\frac{6}{25}$ zu einem vergleichbar angenommenen Tonnengewölbe).¹¹⁷⁴ Die Ausrichtung des Seitenschubs wurde teils gestreut,¹¹⁷⁵ meist jedoch genau wie für das Kreuzgewölbe auf die Gewölbeecken wirkend angenommen.¹¹⁷⁶ In der Regel wurde die gestutzten Flachkuppeln nicht belastet.¹¹⁷⁷ Um dem entstehenden Gewölbedruck zu widerstehen, galten Eckpfeilerbreiten mit einem Viertel oder einem Fünftel der Gewölbebreite¹¹⁷⁸ oder Breiten der begrenzenden Wände mit zweieinhalb Fuß¹¹⁷⁹ (ca. 78,5 cm) als ausreichend.

Angewendet wurden die gestutzten Flachkuppeln sowohl für Wohnräume, Treppentürme, Durchfahrten oder als Brandschutzgewölbe.¹¹⁸⁰ Die sich ab der Mitte des 19. Jh. allmählich durchsetzende Wertschätzung der gestutzten Flachkuppeln¹¹⁸¹ führte zum direkten Vergleich mit den flachen Segmentbogentönen.¹¹⁸²

5.2.4. Kreuzgewölbe

Den Kreuzgewölben wurde Ende des 17. Jh. wegen ihrer klaren Lastkonzentration auf vier Pfeilern und ihrer einfachen Ausrichtung auf einen quadratischen Grundriss eine große Wertschätzung entgegen gebracht.¹¹⁸³ Während Kreuzgewölbe mit halbkreisförmigen oder annähernd halbkreisförmigen Schildbogen hohe gestalterische Qualitäten zugewiesen wurden, fiel die Kritik an den Kreuzgewölben mit spitzbogigen Schildbogen unter der Bezeichnung „gotische Gewölbe“¹¹⁸⁴ vernichtend aus.¹¹⁸⁵ Bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. blieb daher der Halbkreisbogen für die Schildbogen der Kreuzgewölbe maßgeblich. Ein weiteres anerkanntes Kennzeichen der Kreuzgewölbe bestand bis in das 18. Jh. in „übereckicht geführt [Bogen, die] mitten ein Creutz vorstellen“¹¹⁸⁶. Hergeleitet wurde das Kreuzgewölbe aus zwei sich überschneidenden Tonnengewölben, wobei ein Gratkreuz entstand.¹¹⁸⁷ Diese Gewölbeherleitung wurde sowohl auf Kreuz- als auch Klostersgewölbe angewendet,¹¹⁸⁸ so dass beide Gewölbeformen in der ersten Hälfte des 18. Jh. häufig als Kreuzgewölbe bezeichnet wurden.¹¹⁸⁹ Als weiteres Merkmal der Kreuzgewölbe wurde die Errichtung auf vier Bogen angeführt.¹¹⁹⁰ Kreuzgewölbe wurden daher als Eckgewölbe beschrieben, „welche aus einer Ecke oder Spitze kommen, und [...] bey allen kreutzgewölben sehr nothwendig“ waren.¹¹⁹¹

Das Kreuzgewölbe wurde in der Mitte des 18. Jh. teils zu den „altväterischen Dingen“¹¹⁹² gezählt, obwohl es gleichzeitig als eines der stabilen Gewölbe galt. Ebenso stellte das Kreuzgewölbe während des gesamten 18. Jh. eine hochgeschätzte handwerkliche Leistung für die Berufung zum Meister¹¹⁹³ als „Meister-Stückchen von Maurer(n)“¹¹⁹⁴ dar. Es setzte handwerkliches Können und Kenntnisse voraus, die vor allem darin bestanden, Grundriss, Bogen und Kappenherstellung aufeinander abzustimmen.¹¹⁹⁵ Bis in das 19. Jh. galt die Errichtung der Kreuzgewölbe als schwierig und war häufig mit Gewölbeeinstürzen verbunden.¹¹⁹⁶ Die Ausführung flacher größerer Kreuzgewölbe galt in der zweiten Hälfte des 18. Jh. als riskantes Unterfangen mit erheblicher Einsturzgefahr, weshalb solche Kreuzgewölbe mit einem „wohlverbundenen Kranz“¹¹⁹⁷ einzufassen waren.

Eng verknüpft war die Vorstellung des Kreuzgewölbes mit einer Wölbung auf freistehenden Stützen. Die in ihrem annähernd quadratischen Grundriss angelegte Wölbung wurde durch sichtbare oder verdeckte Gurte begrenzt.¹¹⁹⁸ Die Seitenlänge der quadratischen Grundrisse wurde Ende des 17. Jh. beispielsweise für Kirchen mit zwanzig Fuß¹¹⁹⁹ (ca. 628,0 cm) angegeben. Exaktere Angaben zu den Seitenlängen der Kreuzgewölbe häuften sich ab 1800 (Seitenlängen zwischen 12 und 20 Fuß¹²⁰⁰ (ca. 376,8 und 628,0 cm)). Dabei nahm die Seitenlänge von sechzehn Fuß¹²⁰¹ (ca. 502,4 cm) eine Art Durchschnittswert ein. Wenngleich quadratische Grundrissfiguren bevorzugt wurden (Abb. 194, Fig. 18),¹²⁰² so wurde das Kreuzgewölbe auch auf rechteckige Grundrisse¹²⁰³ übertragen, deren Länge möglichst die zweifache

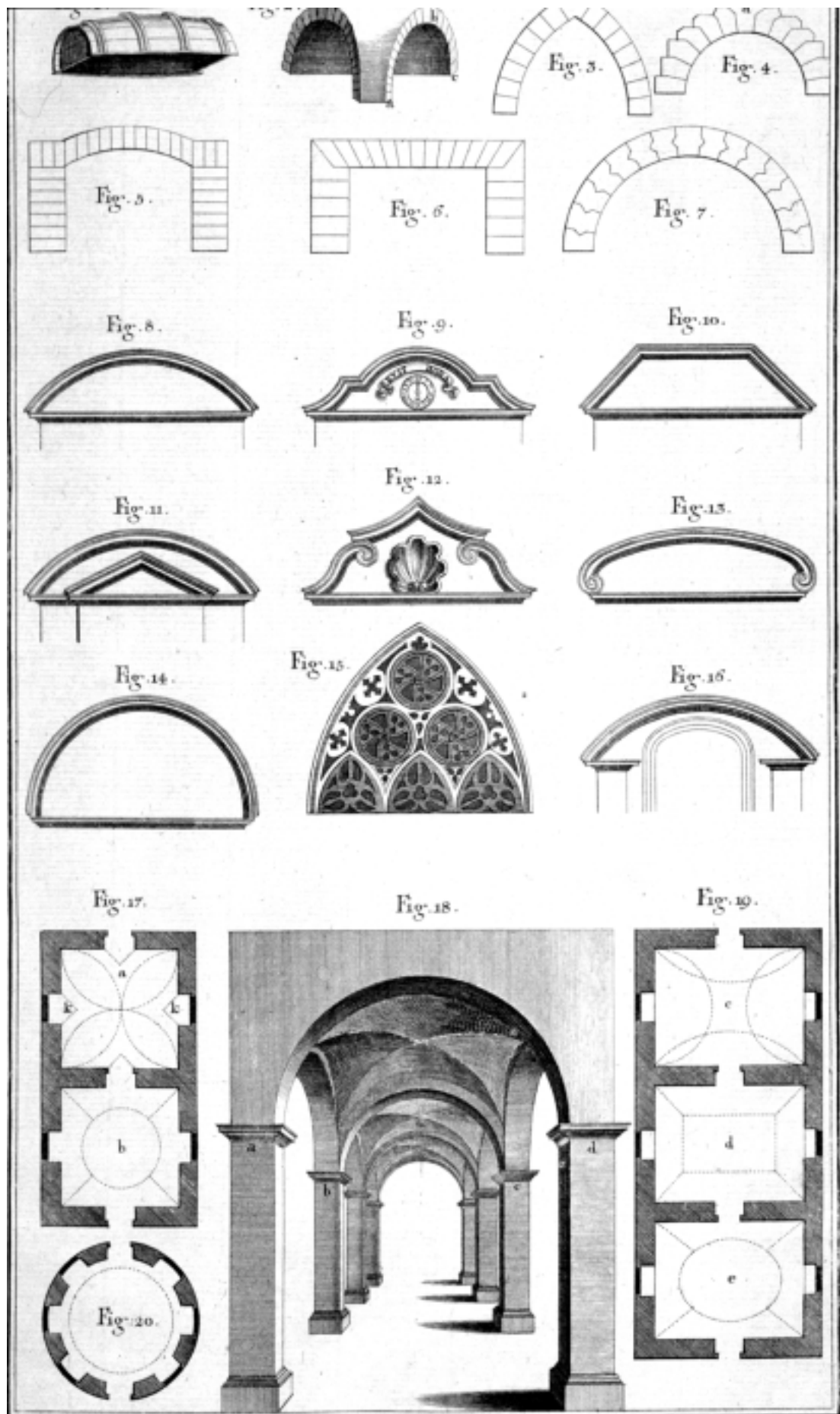


Abb.194 Penther 1762. zweite Aufl. Tab. XXV.

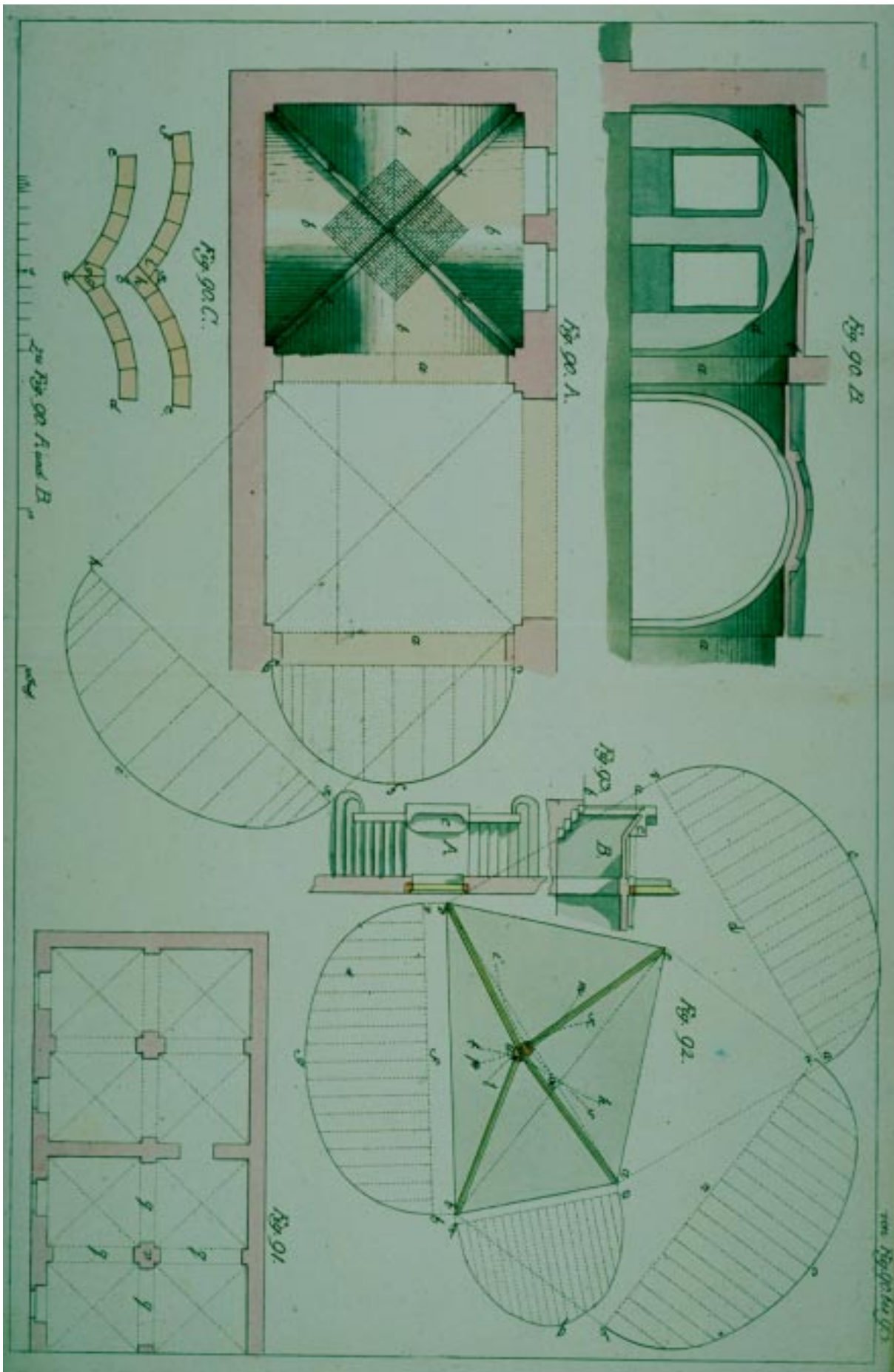


Abb.195 Gilly, 1797, Tafel Figur 90 bis 93. In den Figuren 90 wird die Regelkonstruktion eines Kreuzgewölbes vorgestellt. Besonders Merkmal dabei ist, dass die Höhen von Gewölbescheitel und Scheitel der Gurtbogen sich kaum unterscheiden.

Breite nicht überschritt.¹²⁰⁴ Im letzten Drittel des 18. Jh. wuchs darüber hinaus die Bereitschaft, Kreuzgewölbe auf polygonale und unregelmäßige Grundrisse zu übertragen.¹²⁰⁵

Aufgrund der assoziierten Lastbündelung in den Pfeilern galt das Kreuzgewölbe den gesamten Untersuchungszeitraum über als eines der stabilsten, sogar belastbarsten Gewölbeformen, die sich leicht mit geringem Materialaufwand auf alle Grundrisse übertragen ließen.¹²⁰⁶ Der statischen Bedeutung entsprechend kam der Festlegung der Pfeilerbreite für die Standsicherheit der Kreuzgewölbe große Beachtung zu. Ende des 17. Jh. beispielsweise wurde die Pfeilerbreite mit zwölf Fuß (ca. 376,8 cm) bei einem Abstand von zwanzig Fuß (ca. 628,0 cm) für größere Bauwerke bestimmt.¹²⁰⁷ Die Pfeilerbreite entsprach damit etwa einem Drittel der Gewölbebreite - Festlegungen, wie sie bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. bestanden.¹²⁰⁸ In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden geringere Pfeilerbreiten vorherrschend (1/5 oder 1/6 der Gewölbebreite).¹²⁰⁹ Die Gewölbebreite wurde auch mit einem Neuntel der Diagonallänge festgelegt.¹²¹⁰ Gelegentlich wurden bei gedrückten Schild- und Gewölbebogen¹²¹¹ sowie bei zusätzlichen Lasten größere Breiten gefordert, indem beispielsweise der Pfeiler in den Ecken vorgemauert wurde.¹²¹² Eine statisch als erforderlich ermittelte Stützstärke ließ sich durch gestalterische Vorgaben nicht auf die Säulen übertragen. Um die Standsicherheit der Säulen dennoch gewährleisten zu können, wurden die Säulen untereinander durch „Schließen“¹²¹³ verbunden. Eine konstruktive Sonderstellung nahmen dabei die Eckstützen eines Stützenrasterfeldes ein, in das Kreuzgewölbe einbezogen wurden. Die als Ecksäulen ausgeführten Stützen waren stärker noch als die übrigen Säulen durch verbindende Eisenanker zu stabilisieren, besser noch die Eckstützen als Pfeiler auszubilden.¹²¹⁴

Uneinheitlich war die statische Beurteilung der Eckstützen eines mit Kreuzgewölben überwölbten Rasterfeldes. Eine statische Beurteilung sah die Eckstütze geringer belastet, da nur die Last eines Gewölbeteils einwirken würde. Entsprechend bestand die Vorstellung, bei Eckstützen die Breite aus statischen, nicht jedoch aus gestalterischen Überlegungen heraus reduzieren zu können.¹²¹⁵ Verbreiteter und den statischen Gegebenheiten eher entsprechend war die Ansicht, die Eckpfeiler eines Kreuzgewölberasterfeldes stärker auszubilden. Erklärt wurde dieses Ergebnis damit, dass die übrigen Pfeiler vorrangig Vertikallasten ableiten würden, während die Eckpfeiler durch die einseitig einwirkenden Horizontalkräfte mit der einneinhalbfachen Stärke durchschnittlicher Pfeiler festgelegt wurden.¹²¹⁶

Vorsprünge vor die Gewölbegrate, so wie in Abbildung 195, Figur 90.A. dargestellt, dienten sowohl zur Pfeilerverstärkung,¹²¹⁷ als auch zur gestalterischen Gliederung der begrenzenden Wände. Begrenzt wurden die Kreuzgewölbe durch Wände, wie Schildmauern oder bei Stützenrastern durch Gurtbogen. Teils meinte man auf zusätzliche Eckpfeiler bei versteiften Innenwänden verzichten zu können.¹²¹⁸ Die überirdisch errichteten Gewölbe, wie bei Brau- und Brennereien waren in jedem Fall durch stärkere Eckpfeiler zu sichern.¹²¹⁹ Allerdings wurden statische Überlegungen teils zu Gunsten von Wandgestaltungen völlig ver-

nachlässigt.¹²²⁰ Anstelle den Seitenschub über die Pfeiler abzuleiten, wurden die Kreuzgewölbe mit Ringankern versehen, die in drei Viertel der Gewölbehöhe vollständig eingemauert wurden.¹²²¹

Die begrenzenden Gurtbogen wurden als Auflager der Kreuzgewölbe aufgefasst, die in der ersten Hälfte des 19. Jh. häufiger als Begrenzung ausgeschiedener Gewölbe deutlich zu erkennen waren.¹²²² Die Kreuzgewölbe waren auf einem konstruktiven Bogengerüst, aus Pfeilern und Gurtbogen aufgesattelt. Konstruktiver Vorteil dieser ausgeschiedenen Kreuzgewölbe war die mögliche Verstärkung der umschließenden Gurte.¹²²³ Die vorstehenden Gurte, die gleichzeitig wichtiges Gestaltungsmittel waren, wurden als Mantelgurte bezeichnet. Unterschieden wurde nach mittleren Mantelgurten im Rasterfeld und solchen im Rasterrand, den halben Mantelgurten.¹²²⁴ Trotz den Lastkonzentrationen in den Gewölbeecken wurden für die Gurtbogen in der ersten Hälfte des 18. Jh. breite, stabile Halbkreise nahegelegt.¹²²⁵ Erst in der ersten Hälfte des 19. Jh. wurde weitgehend anerkannt, dass der Gewölbeschub nur auf die Gewölbeecken, nicht jedoch auf die begrenzenden Wände und Bogen wirken würde.¹²²⁶ Die begrenzenden Gurtbogen wurden dennoch weiterhin als Teil des Gewölbewiderlagers aufgefasst,¹²²⁷ weshalb die Gurte in der Regel stärker als die Gewölbekappen¹²²⁸ (meist $\frac{1}{2}$ Steinlänge)¹²²⁹ angelegt wurden.

Vollziegel waren das bevorzugte Material für die Kappen der Kreuzgewölbe¹²³⁰ wengleich Werkstein, gebrochene Natursteine, Hohlziegel¹²³¹ und Lehm¹²³² mit angeführt wurden. Die Ziegel wurden in der Regel mit einem Kalkmörtel¹²³³ oder dort, wo er zur Verfügung stand, mit gipshaltigem Mörtel verarbeitet. Auch wenn keilförmige Gewölbesteine für die Kreuzgewölbe ohne praktische Bedeutung waren, wurde deren Verwendung für die vermeintliche Standsicherheit, wie bei allen Gewölben, eine erhebliche theoretische Bedeutung beigemessen.¹²³⁴ In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden aus gestalterischen Gründen Werkoder Formsteine für die Schlusssteine angeführt.¹²³⁵ In der ersten Hälfte des 18. Jh. scheint als Wölbtechnik die Wölbung auf den Kuf wie für die aus Ziegeln errichteten Kellergewölbe im Schloss Roskow (1723-27), Landkreis Brandenburg Beetzsee, noch bestimmend gewesen zu sein (Abb. 196). Die für die Grate eingesetzten Ziegel wurden dazu behauen. Die Kreuzgewölbeherstellung war wegen des Verhaus sehr kostenintensiv. Obwohl bis in die zweite Hälfte des 18. Jh. kein bestimmter, sondern nur ein „guter Verband“¹²³⁶ die Standsicherheit der Kreuzgewölbe erhöhen sollte, gewann die Wölbung auf den Schwalbenschwanz während des 18. Jh. für die Kreuzgewölbeherstellung zunehmend an Bedeutung.¹²³⁷ Im letzten Drittel des 18. Jh. und während des 19. Jh. avancierte sie zur bestimmenden Wölbtechnik der Kreuzgewölbe¹²³⁸ (Abb. 197).

Beachtet wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. horizontale oder schräge angeordnete Ringschichten, die als weitere leichte freihändig auszuführende Wölbtechnik für neu zu



Abb.196 Gewölbegrat eines Kreuzgewölbe im Keller Schloss Roskow (1723-27), Landkreis Brandenburg Beetzsee ausgeführt als Wölbung auf den Kuf.



Abb.197 Kreuzgewölbe (Wölbung auf den Schwalbenschwanz) unterteilt durch Gurte im Keller August-Bebelstraße 22a (Ende 18. Jh.), in Neuruppin.

5. GEWÖLBE



Abb.198 Angermünde, Kreuzgewölbe (Wölbung auf den Schwalbenschwanz, Ziegel geschliffen), mit Schildbogen (Kragsschichten und Wechsel der Ziegelqualität für die Bogen. Gewölbe geschliffen. Gerichtsgebäude und Gefängnis (um 1850), Markt 18 in Angermünde, Landkreis Uckermark.

errichtende Gewölbe empfohlen wurde. Aufmerksam wurde man auf diese Wölbtechnik durch bauforscherische Untersuchungen mittelalterlicher Gewölbe.¹²³⁹

Im Grat stießen jeweils zwei Gewölbekappen der Kreuzgewölbe zusammen,¹²⁴⁰ der gleichzeitig Sinnbild der angenommenen Konzentration des Lastflusses¹²⁴¹ in den Gewölbeecken war. Der Grat wurde dabei als Widerlager der Gewölbekappen aufgefasst.¹²⁴² Die konstruktive Ausbildung der Grate war insbesondere als Wölbung auf den Kuf sehr aufwendig und materialintensiv. Die einzelnen Steine waren dem Grat durch Zuhauen anzupassen oder es wurden wenn auch als Ausnahme kostenintensive Formsteine aus Naturstein oder Ziegel angeführt.¹²⁴³ Wesentlich einfacher ließ sich der Grat mit der Wölbung auf den Schwalbenschwanz ausführen, indem Steinschichten, wie in Abbildung 195, Figur 90 bis 93, Figur 90 C. wechselten und zu einem Gurtbogen über der Wölbung mit einer halben Steinlänge verstärkt wurden.¹²⁴⁴ Stärker vereinfacht wurde die Gratausbildung in der ersten Hälfte des 19. Jh. durch das Angebot besonderer Gratsteine durch die Ziegeleien.¹²⁴⁵

Für die aus Ziegeln errichteten Kreuzgewölbe wurde auf vollflächige Gerüste weitgehend verzichtet.¹²⁴⁶ Stattdessen wurden im Verlauf der Grate aus Brettern gezimmerte Lehrbogen aufgestellt,¹²⁴⁷ die im beabsichtigten Gewölbescheitel durch eine Holzsäule, den sogenannten „Mönch“¹²⁴⁸ unterstützt wurden. Die Lehrbogen wurden unterkeilt, um das Gerüst nach beendeter Gewölbeherstellung leichter entfernen zu können. Als Auflager für die Gerüste wurden je nach Standort Maueröffnungen oder Absätze vorgehalten.¹²⁴⁹ Den Lehrbogen kam während der Gewölbeerrichtung eine stützende Funktion zu. In Vorbereitung für die Kappenherstellung wurden in den umschließenden Schildbogen oder –mauern Auflager ausgehauen¹²⁵⁰ (mit Tiefen von 2 bis 4 Zoll¹²⁵¹ (ca. 5,6 und 10,4 cm)), wenn die Kappen nicht aufgesattelt wurden.¹²⁵²

Zugrunde gelegt wurde für die Kreuzgewölbe des 18. Jh. und frühen 19. Jh. ein nahezu quadratischer Grundriss und annähernd gleichartige, halbkreisförmige Schildbogen¹²⁵³ (Abb. 198). Die Scheitellinien der Kappen verliefen dabei nahezu horizontal. Der Gewölbescheitel wurde wenn überhaupt zur Stabilisierung nur geringfügig erhöht, bzw. gestochen. Die geringfügige Erhöhung um etwa ein Sechzigstel¹²⁵⁴ der Diagonalen oder einfach um einige Zoll¹²⁵⁵ sollte vorrangig die Senkung infolge des Ausschalens ausgleichen.¹²⁵⁶ Damit befanden sich Gewölbescheitel und Scheitel der Schildbogen in nahezu identischer Höhe. Als Folge dieser gestalterischen und konstruktiven Vorgaben¹²⁵⁷ wurden die Gratbogen als elliptische bzw. gedrückte Bogen angelegt¹²⁵⁸ (Abb. 195, Fig. 90.A.). Damit hatte sich während des 18. Jh. eine Kreuzgewölbeform als eine Art Modul durchsetzen können. Dieses Modul zeichnete sich durch nahezu horizontale Scheitellinien aus, besaß Seitenlängen zwischen sechzehn bis achtzehn Fuß, die als Gurte über der Wölbung ausgebildeten Grate (1 Steinlänge breit und hoch) und die Gewölbekappen (1/2 Steinlänge stark) wurden als Wölbung auf den Schwalbenschwanz gewölbt.¹²⁵⁹ Dieses Modul behielt bis in die zweite Hälfte des

19. Jh. seine Gültigkeit, wenn auch gelegentlich Gurte oder Grate um eine halbe Steinlänge verstärkt wurden.¹²⁶⁰

Des Weiteren existierte eine Konstruktionsfolge, um Kreuzgewölbe auch auf unregelmäßige Rechtecke anwenden zu können. Dazu wurden die Gratbogen in Höhe und Figur nach der schmalsten Raumseite ausgerichtet. Diese schmalste Raumseite wurde bevorzugt mit einem halbkreisförmigen Schildbogen festgelegt. Der Gewölbescheitel wurde annähernd mittig auf die jeweilige Raumseite abgeglichen, so wie in Abbildung 195, Figur 92. dargestellt. Sofern sich die schmalste Raumseite als Richtwert nicht eignete, wick man auf eine andere aus.¹²⁶¹ Die Anlage des Gerüsts und die Wölbung erfolgten wie für ein regelmäßiges Kreuzgewölbe. Um die Gewölbesenkung zu berücksichtigen, wurde der Gewölbescheitel in Bezug auf eine längere Diagonale (1/60 der Länge) überhöht.¹²⁶²

Auch wenn die große Wertschätzung für die Kreuzgewölbe mit nahezu horizontalen Scheitellinien weiterhin Bestand hatte, erfuhren die gedrückten Gratbogen Ende des 18. Jh. größere statische Berücksichtigung. Da der Gratbogen mit der Krafttragung innerhalb des Gewölbes gleichgesetzt wurde, wurden die gedrückten Gratbogen statisch zunehmend als bedenklich eingestuft. Erste Anhaltspunkte in der Beurteilung der Standsicherheit war die Einhaltung von Mindestverhältnissen von Höhe und Bogenspannung. Die Standsicherheit galt dabei als nicht mehr gewährleistet, wenn die Höhe ein Fünftel¹²⁶³, ein Viertel bzw. ein Drittel der Bogenspannung unterschritt.¹²⁶⁴ Als Stabilisierungsmaßnahmen wurden die Schildbogen überhöht¹²⁶⁵ und/oder der Gewölbescheitel mit einem Stich¹²⁶⁶ (1/20 oder 1/30¹²⁶⁷ der Gratbogenspannung oder mit einer Stichhöhe von 2 bis 3 Zoll¹²⁶⁸ (ca. 5,6 und 7,8 cm)) vorgesehen. Zusätzlich wurden die einzelnen Kappen in der ersten Hälfte des 19. Jh. mit einer sogenannten „Sprengung“¹²⁶⁹ einer zusätzlichen Wölbung verstärkt.¹²⁷⁰

Bereits ab der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurde auf die statisch-konstruktiven Vorzüge spitzbogiger Kreuzgewölbe hingewiesen,¹²⁷¹ wenngleich sie vorerst gestalterisch weiterhin wenig Zustimmung fanden. Ein Bedeutungswandel vollzog sich in der ersten Hälfte des 19. Jh., in dem die Ausführung spitzbogiger Kreuzgewölbe zunehmende Akzeptanz fand.¹²⁷² Auch wenn der Einfluss bauforscherischer Ergebnisse nicht zu überschätzen ist, so ist in Folge des verstärkten Interesses an mittelalterlichen Bauwerken davon auszugehen, dass solche Ergebnisse die Konstruktion der Kreuzgewölbe in der ersten Hälfte des 19. Jh. beeinflussten.

Die Untersuchung mittelalterlicher spitzbogiger Kreuzgewölbe ergab, dass die Gratbogen dieser Gewölbe einem Halbkreisbogen entsprachen, während die Schildbogen als Spitzbogen angepasst waren.¹²⁷³ „Auf diese Weise lässt sich eine Entstehung des Spitzbogens aus einer constructiven Nothwendigkeit nachweisen, die, wenn sie auch nicht in der Wirklichkeit begründet sein sollte, doch eine gewisse Folgerichtigkeit für sich hat.“¹²⁷⁴

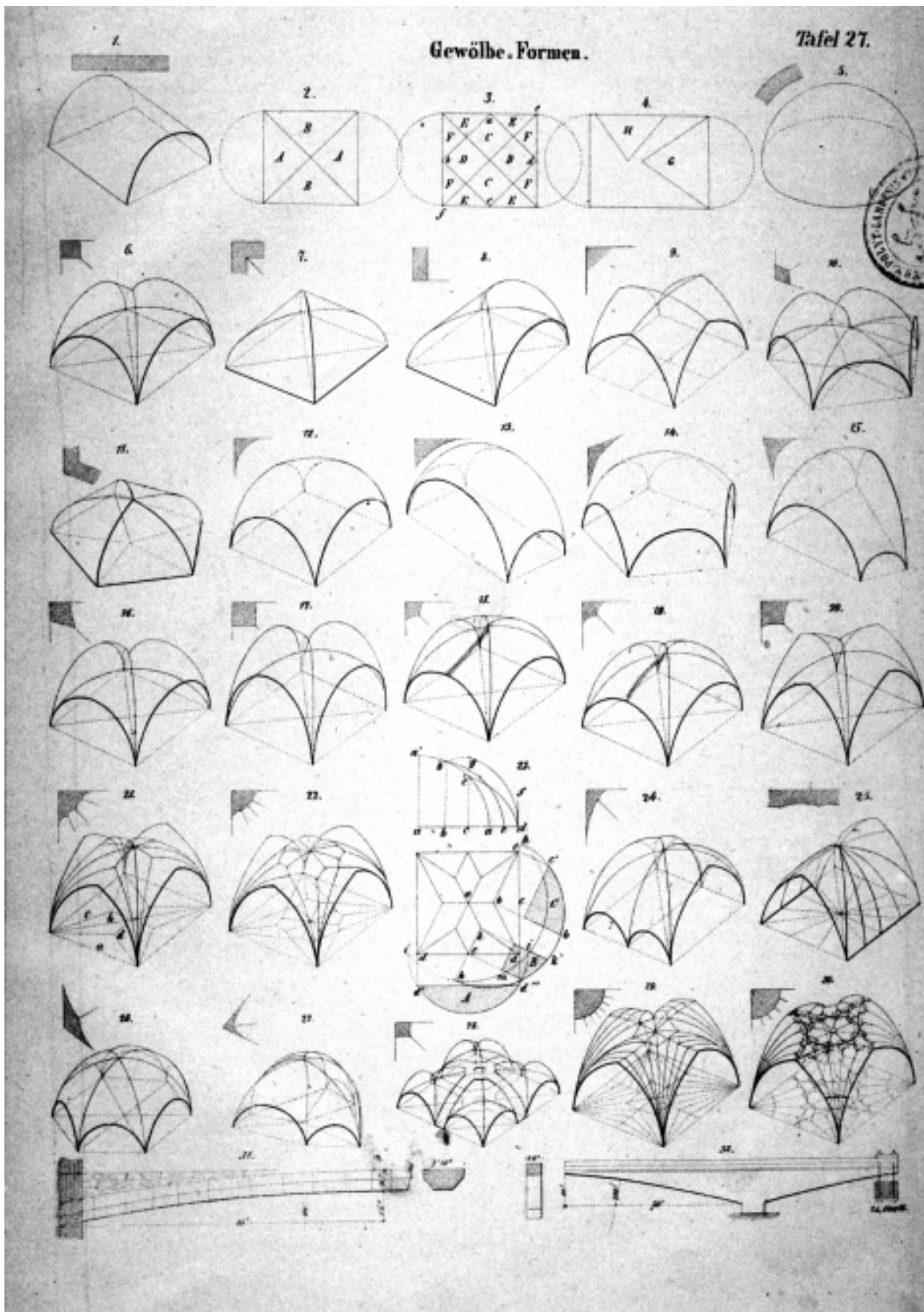


Abb.199 Lassaulx, 1846. Tafel 27. Eine Übersicht der während der ersten Hälfte des 19. Jh. bekannten kuppelartiger Gewölbe und diverser Kreuzgewölbe mit Grat und Rippen.

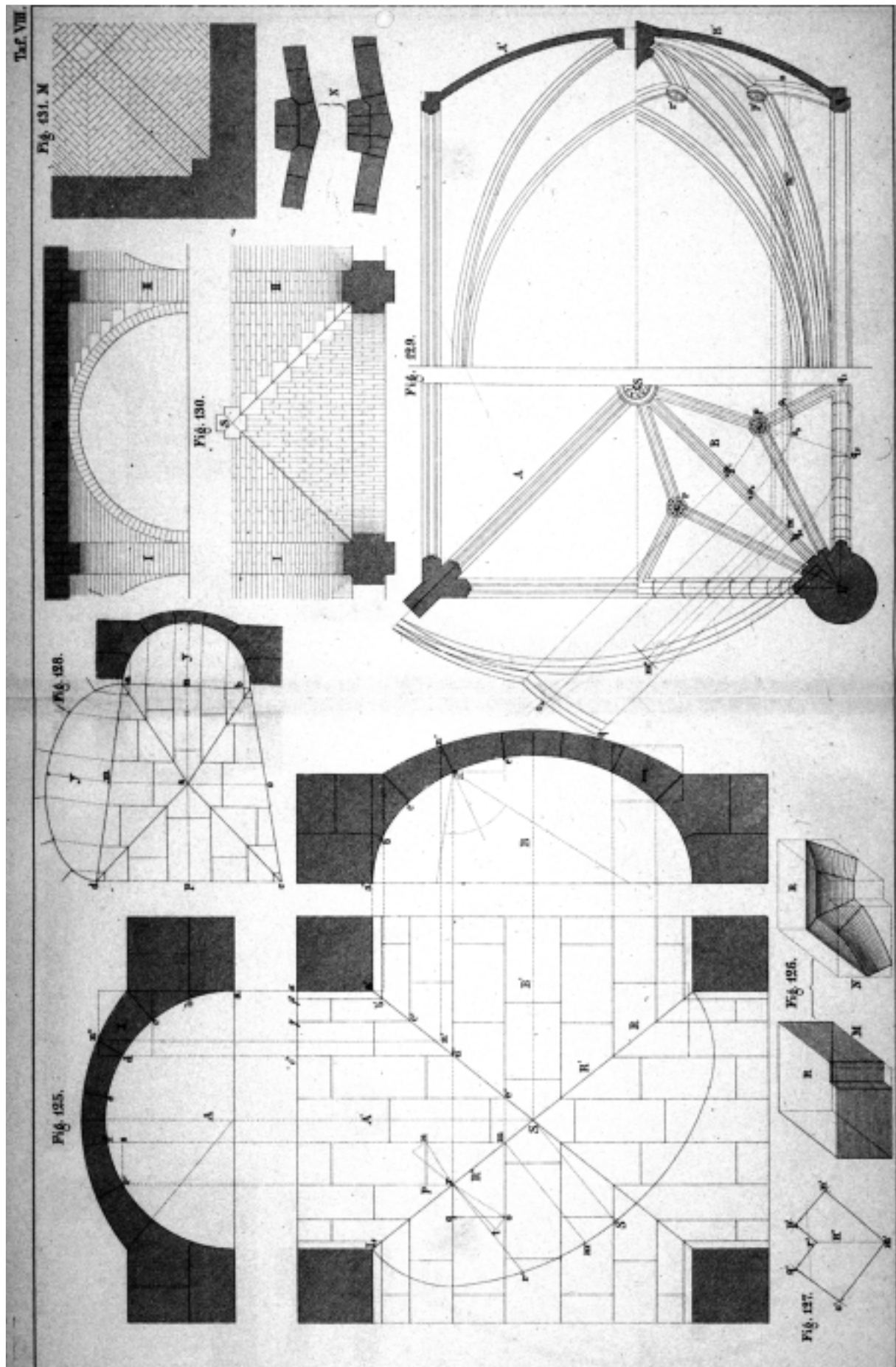


Abb.200 Ringhoffer, 1862. Tafel VIII. Zusammengefasst sind alle ab der Mitte des 19. Jh. bekannten Kreuzgewölbe-konstruktionen. Dies waren die Wölbung mit keilförmig bearbeiteten Werksteinen, die als Wölbung auf den Kuf oder Wölbung auf den Schwalbenschwanz angeordneten Ziegeln oder eine konstruktiv Unterteilung in Rippe und Kappe.

5. GEWÖLBE



Abb.201 Kreuzgewölbe im Keller des Gutshauses Diedersdorf (zweite Hälfte 18. Jh.) Landkreis Märkisch Oderland, Amt Seelow-Land. Kreuzgewölbe eingespannt zwischen Gurtbogen in einem Rastergrundriss angeordnet.

Die wachsende statische Wertschätzung der Kreuzgewölbe und die Bevorzugung als Synonym mittelalterlicher Baukunst wurde vor allem an dem spitzbogigen Verlauf der Scheitellinien festgemacht. Die bisherige Bezeichnung als „Kreuzgewölbe“¹²⁷⁵ behielt auch im 19. Jh. ihre Gültigkeit. Während die nahezu horizontalen Scheitellinien für die „gewöhnlichen Kreuzgewölbe“ in den 20er Jahren des 19. Jh. prägend waren, waren für die „alten Kreuzgewölbe“¹²⁷⁶ und die neuen „Kreuzkappengewölbe“¹²⁷⁷ „altdeutsche Kappen“¹²⁷⁸, „vierkappiges Sterngewölbe“¹²⁷⁹ oder „Kreuzkappen“¹²⁸⁰, nach außen gebogene Scheitellinien, meist mit einem höher gelegenen Gewölbescheitel, ausschlaggebend. Die spitzbogigen Kreuzgewölbe wurden in der Regel ebenfalls auf viereckigen Grundriss errichtet.¹²⁸¹

Im Verlauf des zweiten Drittels des 19. Jh. wurden die Kreuzgewölbe mit horizontalen Scheitellinien und halbkreisförmigen Schildbogen als Gewölbeform den Römern zugeordnet¹²⁸² und werden noch heute als römisches Kreuzgewölbe bezeichnet. Die spitzbogigen Kreuzgewölbe wurden zu meist als mittelalterliche „gotische Gewölbe“¹²⁸³ beschrieben. Die in Europa in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. bestehende nationale Aufwertung der Gotik führte in Deutschland zur Bezeichnung der Kreuzgewölbe als „altdeutsche Gewölbe“¹²⁸⁴. Ebenso wurde das spitzbogige Kreuzgewölbe als Vervollkommnung der römischen Kreuzgewölbe hochstilisiert.¹²⁸⁵ Ungeachtet der stärkeren stilistischen Ausrichtung auf spitzbogige Kreuzgewölbe blieb die Definition der Gewölbeform ohne durchlaufende Kämpferlinie¹²⁸⁶ sowie die angenommene Lastkonzentration in den Gewölbeecken weiterhin bestehen.¹²⁸⁷ Für die spitzbogigen Kreuzgewölbe wurde als ein statisch günstiges Verhältnis von Höhe zu Breite mit drei zu eins oder noch schlanker angegeben.¹²⁸⁸ Gleichzeitig wurden Anlaufsteine aus Werkstein¹²⁸⁹ und eine Ausführung als Kragwölbung bis in eine Höhe von 35°¹²⁹⁰ als zusätzliche Stabilisierungsmaßnahme empfohlen.

STERNGEWÖLBE

Das verstärkte statische Interesse an den Kreuzgewölben, aber auch die bauforscherischen Untersuchungen bewirkten eine Zerlegung der Kreuzgewölbe in Kappen, Grat und Gurte, so dass das Kreuzgewölbe verstärkt als ein zusammengesetztes Gewölbe aufgefasst wurde¹²⁹¹ (Abb. 199). Bestimmt durch historische Vorbilder wurde in den ersten Jahrzehnten 19. Jh. zwischen Grat und Rippe unterschieden, die bis dahin in ihrer unterschiedlichen Ausbildung zwar zur Kenntnis genommen, aber ansonsten nicht weiter beachtet wurden. Eine begriffliche Differenzierung als „Rippe“¹²⁹², „äußere Kante“ oder „Gürtel“¹²⁹³ für einen konstruktiv ausgebildeten Grat oder eine Rippe bestand bis in das 19. Jh. nicht. Vielmehr stand die gestalterische Gewölbeausbildung im Vordergrund, die auch mit angesetztem Stuck weiterhin ihre Gültigkeit besaß.¹²⁹⁴

Die Differenzierung nach scharfen Kanten, den Graten und vorstehenden Rippen¹²⁹⁵ führte in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. zur konstruktiven Unterscheidung der aus Werkstein oder künstlichen Formsteinen hergestellten Gewölberippen.¹²⁹⁶ Wesentlich angeregt durch

mittelalterliche Rippengewölbe entstand eine neue Wölbkonstruktion. Sie zeichnete sich durch Rippenbogen aus, die zuerst errichtet wurden und anschließend mit Gewölbekappen ausgemauert wurden.¹²⁹⁷

Die Grate oder Rippen wurden sowohl aus Werkstein auch als Ziegelbogen beispielsweise in der Stärke einer Steinlänge auf Lehrbogen angelegt, während die Gewölbekappen mit geringeren Stärken ($\frac{1}{2}$ Steinlänge)¹²⁹⁸ und leichten Baustoffen wie Leichtziegeln oder Kohlensteinen ausgeführt wurden.¹²⁹⁹ Verbunden war mit der Gewölbekonstruktion eine angenommene Druckminimierung, weshalb die durch Rippenbogen bestimmten Gewölbe für besonders große Raumwölbungen (über 16 oder 18 Fuß (ca. 502,4 oder 565,2 cm) Seitenlänge)¹³⁰⁰ als prädestiniert angesehen wurden. Nahegelegt wurde, die einzelnen Kappen nicht breiter als zehn Fuß¹³⁰¹ (ca. 314,0 cm) anzulegen. Um die Gewölbestabilität nicht zu gefährden war die Anzahl der Hauptgrate oder Rippen möglichst zu beschränken¹³⁰² und die zugehörigen Strebepfeiler mit Breiten von einem Siebtel bzw. einem Sechstel der Gewölbespannung festzulegen.¹³⁰³ Auch wenn die Sterngewölbe ab den 30er Jahren des 19. Jh. konstruktiv als vorteilhaft eingestuft wurden, blieben sie praktisch bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. weitgehend unbekannt.¹³⁰⁴ Beispielsweise schloss der Tanzsaal im Schloss Babelsberg, Potsdam-Babelsberg (1844/49), mit einem Sterngewölbe ab.

Die aus Rippen oder Steinbogen zu einem Gewölbegestell oder „Ribbwerk (Gerippe)“¹³⁰⁵ zusammengefügte Gewölbekonstruktion wurden dem ohne Gurte/Rippen konstruierten „römischen Gewölbe“ gegenübergestellt.¹³⁰⁶

Um die neue Gewölbekonstruktion von den bisherigen Kreuzgewölbekonstruktionen zu unterscheiden, wurden sie teils als „gotisches Gewölbe“ oder „Sterngewölbe“¹³⁰⁷ bezeichnet, die allerdings auch mit konstruktiv eigenständigen Bogen als Grate ausgebildet sein konnten.¹³⁰⁸ Die Rippengewölbe setzten genau wie die Kreuzgewölbe mit Grat unterstützende Gewölbegerüste voraus. Die konstruktive Einführung der Rippengewölbe war in der ersten Hälfte des 19. Jh. begleitet durch eine stark emotional und national übersteigerte Architekturinterpretation.¹³⁰⁹

Das stetig wachsende konstruktive und gestalterische Interesse an historischen Gewölben führte zur Erfassung der diversen Gewölbeformen und der baulichen Umsetzung, die sich vorrangig in der zweiten Hälfte des 19. Jh. vollzog. Besonderer Beliebtheit erfreuten sich Netz- bzw. Sterngewölbe, mit und ohne Graten oder Rippen,¹³¹⁰ die sich vielfältig auf quadratische, rechteckige und unregelmäßige polygonale Grundrisse¹³¹¹ übertragen ließen (Abb. 200). Die Gewölbe waren nicht mehr auf eine bestimmte Bogenlinie fixiert¹³¹² und wurden in Kombination mit den als Dreiecken aufgefassten Gewölbekappen zu jeder beliebigen Gewölbeform zusammengestellt.¹³¹³

Eine in Deutschland für die erste Hälfte des 19. Jh. noch weitgehend unbekannte Variante der Sterngewölbe stellte das „Normänische Gewölbe“¹³¹⁴ oder „Trichtergewölbe“¹³¹⁵, das

heutige Fächergewölbe dar.¹³¹⁶ Angeregt durch englische Beispiele¹³¹⁷ wurde das Fächergewölbe als ein Kreuzgewölbesystem aufgefasst, bei dem die Gurtbogen auf vier Pfeilern auflagen und mit flachen Kappen eingewölbt wurden.¹³¹⁸ Die Grate wurden als Kreuzlinien angeordnet und die Kappen als Viertelkreise mit einer Stärke von einer halben Steinlänge frei gemauert.¹³¹⁹ Die Höhe der Gewölbekonstruktion betrug etwa ein Drittel bzw. ein Viertel der lichten Weiten. Durch die Viertelkreiswölbung der Kappen entstand im Scheitel ein flacher Spiegel.¹³²⁰ Um dem stark angenommenen Seitendruck entgegen zuwirken, wurden für diese Gewölbe Hohlziegel vorgeschlagen.¹³²¹ Die Ausführung solcher Fächergewölbe wie für die Frankfurter Börse stellten jedoch eine Ausnahme dar.¹³²²

Das Kreuzgewölbe war neben dem Tonnengewölbe während des gesamten Untersuchungszeitraums ein geschätztes und bevorzugt angewendetes Gewölbe.¹³²³ Die Ausführung setzte fähige Handwerker und etwas größere Materialmengen voraus.¹³²⁴ Darin ist wohl die wesentliche Ursache zu sehen,¹³²⁵ weshalb das Kreuzgewölbe gegenüber dem Tonnengewölbe für die Keller bei einfacheren Gebäuden in der ersten Hälfte des 18. Jh. seltener angewendet wurde.¹³²⁶ Andere Bereiche wurden nur in Ausnahmen mit Gewölben versehen. Für einfache untergeordnete Wirtschafts- und Landbauten schieden sie daher zumeist aus.¹³²⁷

Das Kreuzgewölbe ließ sich leicht in Rastergrundrisse einbinden, wurde als belastbar eingestuft und verursachte keine unerwünschte Nutzungseinschränkung wie das Tonnengewölbe.¹³²⁸ Bevorzugt wurde das Kreuzgewölbe für Wirtschaftsmagazine, Pulvermagazine, sonstige Wirtschaftsbauten, Brauereien, Brennereien, Lagerräume, Archive, Kassenräume, Küchen- und Vorratskammern, Verkaufsräume, Hausflure oder Galerien.¹³²⁹ Bei Bedarf konnte die Wölbung im Scheitel mit einer Öffnung versehen werden, die mit einem Kranz aus Ziegeln, Holz oder Werkstein eingefasst war.¹³³⁰

Beispiele ausgeführter Kreuzgewölbe in der Mark sind die durchlaufenden Kreuzgewölbe der ehemaligen Küche der Commus des Neuen Palais in Potsdam-Sanssouci (1766/69) und die ausgeschiedenen Kreuzgewölbe mit elliptischen oder kettenlinienartigen Schildbogen des Pferdestalls, Am neuen Markt 9 in Potsdam (1787-1791) (Abb. 168).

Ebenso wurden den Kreuzgewölben repräsentative Qualitäten für öffentliche oder herrschaftliche Bauten zuerkannt.¹³³¹ Zu diesem repräsentativen Einsatz zählte das Überwölben von Treppenanlagen und vor allem von Podesten.¹³³²

Für die Sicherstellung feuerbeständiger Raumdecken erfuhr das Kreuzgewölbe ab dem letzten Drittel des 18. Jh. eine stetige Aufwertung und fand für nahezu alle Bauaufgaben Anwendung.¹³³³ Auch hier kam den Treppenanlagen mit ansteigenden Kreuzgewölben in der ersten Hälfte des 19. Jh. als Brandschutzwölbung Bedeutung zu.¹³³⁴

Vor allem in größeren oder repräsentativen Gebäuden wurden Kreuzgewölbe zur Kellerwölbung ausgesucht,¹³³⁵ die im Unterschied zu den dominierenden Tonnengewölben der

ersten Hälfte des 18. Jh. einen größeren nutzbaren Raum garantierten. Um den konstruktiven Aufwand der als Kellergewölbe eingesetzten Kreuzgewölbe gering zu halten, wurden Kellerfenster und Gewölbebreite auf einen einheitlichen Rhythmus abgestimmt. Wurde dies vernachlässigt, waren wie bei den Tonnengewölben zusätzliche aufwendige Kappen zur Belichtung und Belüftung einzubringen.¹³³⁶

Basierend auf einem Raster wurde der Keller des Neuen Palais in Potsdam (1763-69) mit Kreuzgewölben eingewölbt. Die Gewölbe wurden als Binderverband in einer Wölbung auf den Schwalbenschwanz angelegt. Dabei scheinen die Kappen auf einer Ziegelvormauerung der Bruchsteinpfeiler aufzuliegen. Die einzelnen Kreuzgewölbe wurden durch bündig anschließende Gurtbogen unterteilt. Da nur an den Gurtbogen vollflächige Schalabdrücke erkennbar waren, ist davon auszugehen, dass die Kreuzgewölbe auf Lehrbogen, nicht auf einer vollflächigen Schalung errichtet wurden. Ebenfalls in ein quadratisches Raster eingebunden waren die Kreuzgewölbe des Gutshauses Diedersdorf (zweite Hälfte 18. Jh.), Landkreis Märkisch Oderland, Amt Seelow-Land, die in ihren Proportionen den konstruktiven Vorgaben Gillys entsprechen (Abb. 201).

Nur vereinzelt wurden bei profanen städtischen Gebäuden während des 18. Jh. Kellerwölbungen als Kreuzgewölbe ausgeführt. Eine solche Ausnahme stellen die beiden Kreuzgewölbe in Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, August-Bebel-Straße 22a, (nach 1787) dar (Abb. 198). Die Kreuzgewölbe wurden in ein Gurtbogenraster einbezogen, das vorrangig in Verbindung mit Segmentbogentonnen angewendet wurde (vgl. S. 343 ff.). Die Kreuzgewölbe haben eine Gewölbestärke von einer halben Steinstärke und wurden in den Graten nach oben auf eine Gesamtstärke von einer Steinlänge verstärkt.

KLOSTERGEWÖLBE

Die konstruktive Herleitung des Klostergewölbes als „Kreuzgewölbe“¹³³⁷ wurde ebenfalls auf die Durchdringung von zwei Tonnengewölben zurückgeführt.¹³³⁸ Jedoch zeichnete sich das Klostergewölbe durch eine durchlaufende horizontale Kämpferlinie aus.¹³³⁹ Die Gewölbeform wurde auch als „geschlossenes Kreuzgewölbe“¹³⁴⁰, „Walm-“ oder „Haubengewölbe“¹³⁴¹ bezeichnet. In den Gewölbeecken entstanden sogenannte „Rinnen“¹³⁴². Im Unterschied dazu waren für das Kreuzgewölbe Kanten oder Grate bestimmend. Anfang des 19. Jh. wurde die Rinne auch als ein Grat mit einspringendem Winkel beschrieben.¹³⁴³ In der Regel wurde das Klostergewölbe auf einen quadratischen Grundriss bezogen,¹³⁴⁴ wenngleich es auf alle regelmäßigen und unregelmäßigen polygonalen Grundrisse übertragen werden konnte.¹³⁴⁵ Dabei vollzog sich ein fließender Übergang zur Kuppel, je stärker sich der polygonale Grundriss einem Kreis oder einer Ellipse anglich.¹³⁴⁶ Eng verknüpft mit dem Klostergewölbe war das Muldengewölbe, wobei teils ein und dieselbe Gewölbeform damit bezeichnet wurde. Eine klare begriffliche Abgrenzung bestand nicht. Beispielsweise wurden Ende des

17. Jh. flache Gewölbe mit einem Rand als Viertelkreisbogen und einem flachen Spiegel als Muldengewölbe¹³⁴⁷ bezeichnet. Die Gewölbeform entsprach dabei einem Spiegelgewölbe. In dieser Form galt das Muldengewölbe als instabiles Flachgewölbe, was, wenn überhaupt, nur für kleine Zimmer genutzt wurde.¹³⁴⁸ Häufiger galt ein länglich, rechteckiger Grundriss als spezifisches Merkmal der Mulden- oder „Moldengewölbe“¹³⁴⁹, das an seinen Schmalseiten analog einem Klostergewölbe mit einer eingeschnittenen Kalotte endete.¹³⁵⁰ Damit entsprach das Muldengewölbe einem in die Länge gezogenen Klostergewölbe. Die Bogenlinien waren für die Mulden- bzw. das Klostergewölbe unbestimmt, so dass es mit allen Bogenlinien ausgeführt werden konnte,¹³⁵¹ wenngleich der Viertelkreis oder steilere Bogenlinien bevorzugt wurden.¹³⁵²

Im Vergleich zum Tonnengewölbe wurde dem Klostergewölbe Ende des 18. Jh. ein wesentlich geringerer Seitenschub zugeschrieben.¹³⁵³ Das lag daran, „weil seine Bogen auf allen Seiten aufstehen“¹³⁵⁴. Entsprechend galt das Klostergewölbe als stabile, belastbare Gewölbeform.¹³⁵⁵ Die als Auflager genutzte Wand, aber auch Stützen, wurden zugleich als Widerlager angesehen,¹³⁵⁶ auf das analog zu den Kuppeln eine gleichmäßig verteilt wirkender Seitenschub angenommen wurde.¹³⁵⁷ Gegenüber den Kuppeln wurde dem Klostergewölbe in der ersten Hälfte des 19. Jh. jedoch ein höher wirkender Seitenschub zugeordnet.¹³⁵⁸

Ausgerichtet wurde die Gewölbeform mit dem Gewölbescheitel bei unregelmäßigen Grundrissfiguren, analog zu den Kreuzgewölben nach der kleinsten Polygonalseite.¹³⁵⁹ Bevorzugt wurden gleichartige Diagonalbogen, die im höchsten Punkt, dem Gewölbescheitel, zusammenliefen bzw. „vergattert“ waren.¹³⁶⁰

Zu meist wurde von einer einheitlichen Gewölbestärke ($\frac{1}{2}$ Steinlänge) für Kappe und Rinne bei den Klostergewölben ausgegangen.¹³⁶¹ Die Rinne wurde nur stärker ausgebildet, wenn zusätzliche Stabilisierungsmaßnahme erforderlich schienen.¹³⁶² Ausgehend von einem quadratischen Grundriss wurde in der ersten Hälfte des 19. Jh. als Wölbtechnik die Wölbung auf den Schwalbenschwanz mit dem Hinweis angeführt, dass die Wölbung parallel zu den Gewölbeauflagern verlief.¹³⁶³ Errichtet wurden die Gewölbe als Wölbung auf den Kuf, wobei durch die Steinverzahnung in den Rinnen der Eindruck der Wölbung auf den Schwalbenschwanz entstand. Für die Gewölbeerrichtung wurden Lehrbogen in den Diagonalen bzw. unter den Rinnen angelegt,¹³⁶⁴ die mittig durch einen Mönch unterstützt wurden. In der Wölbung angelegte Stichkappen für Fenster und Türen wurden gleichartig den Stichkappen der Tonnengewölbe mit einem Kranz eingesetzt und zusätzlich möglichst hintermauert.¹³⁶⁵

Ungeachtet der allgemeinen Bekanntheit wurden die Klostergewölbe während des gesamten Untersuchungszeitraums in der Mark selten eingesetzt. In der ersten Hälfte des 19. Jh. wurden sie überdies noch als unmodern eingestuft,¹³⁶⁶ weshalb die Gewölbe für untergeordnete Bauteile wie kleinere Brauereigewölbe¹³⁶⁷ oder quadratische Rauchfänge¹³⁶⁸ und wohl

gelegentlich für Kirchengewölbe genutzt wurden.¹³⁶⁹ Gegenüber dem Klostergewölbe wurde das Kreuzgewölbe als vielseitig einsetzbare Gewölbeform vorgezogen.¹³⁷⁰

Das in Abbildung 176, Figur. 27 dargestellte doppelte Gewölbe mit einem Eisenstab als Zuganker wurde als sogenanntes „doppeltes Klostergewölbe“¹³⁷¹ als eine Sonderform den Klostergewölben zugerechnet, wenngleich es für die Ausführung weitgehend ohne Bedeutung war.

5.2.5. FLACHE GEWÖLBE

Das während des 18. Jh. entstandene Interesse verlor in der ersten Hälfte des 19. Jh. nichts an Faszination für dauerhaft, nicht brennbar und im günstigsten Fall sogar bombensicher konstruierte flache Gewölbe oder Decken.¹³⁷² Ebenfalls wurde an die flachen Gewölbedecken die Anforderung gestellt, sie leicht, schnell und preiswert herstellen zu können.¹³⁷³ Derartige flache Steingewölbe wurden in Frankreich beispielsweise für Gewölbe im Palais Bourbon mit einer Gewölbehöhe von einem Zwölftel der Gewölbespannung¹³⁷⁴ und für die Kriegskanzlei in Versailles mit einer Gewölbehöhe von einem Vierzehntel der Gewölbespannung tatsächlich ausgeführt.¹³⁷⁵ Das Gewölbe der Kriegskanzlei wurde aus stehenden Ringschichten auf einer Holzschalung mit auf die schmale Kante gestellten Ziegeln gewölbt. Hintermauert wurde das Gewölbe mit horizontalen Steinschichten so wie in Abbildung 202, Figur 11 und 12 dargestellt. Als Gewölbeaufleger diente dabei eine schräge Maueraussparung. Die Flachwölbung wurde gleichzeitig als tragende Decke für das nächstfolgende Geschoss genutzt.¹³⁷⁶ Die sonst übliche Balkendecke entfiel. Bezeichnet wurden solche flachen Gewölbe in Frankreich als „Planchers en briques & en voute plate“¹³⁷⁷.

Das verstärkte Interesse an Flachgewölben während der ersten Hälfte des 18. Jh. führte in Frankreich zu einer größeren Aufmerksamkeit gegenüber einer Wölbtechnik, die als „Methode du roussillon“¹³⁷⁸, in der französischen Provinz Roussillon (später Departement der Unter-Pyrenäen),¹³⁷⁹ und den angrenzenden Provinzen Languedoc und Foix¹³⁸⁰ sowie in Spanien¹³⁸¹ wohl seit Jahrhunderten gebräuchlich war.¹³⁸² Der Wölbtechnik wurde eine so große Bedeutung beigemessen, dass sich in der Mitte des 18. Jh. viele als Erfinder dieser Technik anpriesen.¹³⁸³ Die beispielsweise 1756 auch von dem französischen Pater Laugier beschriebene Konstruktion¹³⁸⁴ wurde in Deutschland durch eine 1760 erschienene Übersetzung einer 1754 durch den französischen Grafen d’Espie¹³⁸⁵ verfassten Konstruktionsbeschreibung bekannt. Die übersetzte Schrift d’Espie begründete in Deutschland häufig das Interesse an flachen, feuerbeständigen, erschütterungsbeständigen, steinernen Gewölben.¹³⁸⁶ Auch wenn der Graf d’Espie nicht der Erfinder der von ihm beschriebenen Flachgewölbe war, so wurde er in die erste Hälfte des 19. Jh. doch als solcher wiederholt angeführt.¹³⁸⁷

Das Gewölbe war durch einen umlaufenden horizontalen Kämpfer¹³⁸⁸ und eine flache, leicht gebogene Wölbung ohne definierte Bogenlinie oder einen fixierten Scheitel gekennzeichnet.¹³⁸⁹ Maßgeblich für die Gewölbeform war ausschließlich die Gewölbehöhe, die mit einem Drittel der Spannung als schön, mit einem Fünftel als ausreichend hoch und mit einem Achtel für die Festigkeit als erforderlich angesehen wurde.¹³⁹⁰ Da die Gewölbeform der sogenannten „d’Espieschen“ oder „französischen Gewölbe“¹³⁹¹ mit einem Kutschendeckel verglichen wurde,¹³⁹² hießen sie auch „Kutschen-“¹³⁹³ „Gutschengewölbe“¹³⁹⁴ bzw. „à imperiale“¹³⁹⁵ (Abb. 203).

In der Absicht die Gewölbeform einer Bogenform zuzuordnen, wurde das Gewölbe den elliptischen Gewölbeformen zugeschrieben.¹³⁹⁶ Der Form des Kutschengewölbes wurde entgegen aller Keilsteintheorien und sonstiger empirischer Ergebnisse eine den Seitendruck vollständig aufhebende Wirkung bis in das 19. Jh. zugeschrieben.¹³⁹⁷ Als Rechtfertigung dienten über 100-jährige Gewölbe in einem spanischen Kloster und Festigkeitsversuche.¹³⁹⁸ In der ersten Hälfte des 19. Jh. suchte man die Gewölbeform durch einen flachen Kreisbogen möglichst zuverlässig bestimmen zu wollen.¹³⁹⁹ Verglichen wurde das Flachgewölbe mit Spiegel-,¹⁴⁰⁰ Kreuz-,¹⁴⁰¹ und flachen Klostergewölben.¹⁴⁰² Wenn dennoch ein geringer Gewölbeschub vermutet wurde, meinte man diesen gänzlich durch das vollständige Aufliegen der Wölbung zu allen Seiten beseitigen zu können.¹⁴⁰³ Die Auflager wurden wie bei Kuppeln oder Klostergewölben gleichzeitig als Widerlager betrachtet und mit Breiten von drei bis vier Zoll (ca. 7,8 und 10,4 cm) in die begrenzenden Wände eingeschlagen oder in entsprechender Breite als Mauerabsatz vorgesehen.¹⁴⁰⁴ Mit einem Gerüst mussten nur die ersten doppelten Ringschichten mit flach angeordneten, in Gips verlegten Ziegeln unterstützt werden.¹⁴⁰⁵ Darüber hinaus dienten Gerüste und gespannte Schnüre zur Ausrichtung der einzelnen Ringschichten.¹⁴⁰⁶ Die Wölbung musste nicht weiter gestützt werden.¹⁴⁰⁷ Verwendet wurden beispielsweise quadratische Ziegelplatten (Breite 8 Zoll (ca. 20,8 cm) und Stärke 1 Zoll (ca. 2,6 cm)).¹⁴⁰⁸ Bis etwa zur sechsten Ringschicht wurde von der Unterseite her gearbeitet, danach wurde von der Oberseite die Wölbung fortgeführt,¹⁴⁰⁹ weshalb beim Gerüst, abgestimmt auf den Herstellungsprozess, Schalbretter nur schrittweise aufgenagelt werden konnten.¹⁴¹⁰

In der Mark Brandenburg, wo Gipsmörtel nur eingeschränkt während des Untersuchungszeitraum zur Verfügung stand, waren vergleichbare Flachgewölbe, die mit Ziegeln und einem Kalkmörtel ausgeführt wurden, mit ausreichend stabilen Gerüsten zu stützen.¹⁴¹¹ Die Wölbung auf den Schwalbenschwanz stellte dabei die geeignetere Wölbtechnik dar.

Ein wesentlicher Teil der Gewölbekonstruktion bestand in der konstruktiven Unterstützung des Gewölbes mit sogenannten „Spornmauern“¹⁴¹², „Contre Forts“¹⁴¹³, „Strebemäuerchen“¹⁴¹⁴ oder Hintermauern¹⁴¹⁵ (Abb. 203) und überwölbten Gewölbeecke.¹⁴¹⁶ Die Strebemauern wurden in gleichmäßigen Abständen (4 bis 5 Fuß¹⁴¹⁷ (ca. 125,6 und 157,0 cm) oder 1 Meter¹⁴¹⁸) aus flachen Ziegelplatten, Gipsmörtel oder aus üblichen Ziegelformaten und

Kalkmörtel mit einer Höhe von einem Drittel der Gewölbehöhe¹⁴¹⁹ oder zehn bis zwölf Zoll (ca. 26,0 bis 31,4 cm) angelegt. Der verbleibende Hohlraum wurden mit Erde oder Schutt verfüllt und für den darauf folgenden Fußboden abgeglichen. Die Strebemauern wurde aber als Auflager der Deckenbalken herangezogen,¹⁴²⁰ dann war deren Breite jedoch wenigstens mit einer Steinlänge anzunehmen.¹⁴²¹ Alternativ zu den stabilisierenden Strebemauern wurden auch Eisenbänder als Verankerung angeführt.¹⁴²²

Flachgewölbe, wie die durch den Grafen d' Espie beschriebenen Gewölbekonstruktionen, widersprachen den bekannten Gewölbe- und Keilsteintheorien, weshalb sie den Decken zugeordnet wurden.¹⁴²³ Ihre Tragfähigkeit ließ sich nicht durch die Keilsteintheorien begründen, sondern wurde auf die Bindefähigkeit des Gipsmörtels zurückgeführt.¹⁴²⁴ Die praktischen und finanziellen Vorzüge förderten das Interesse an den Flachgewölbekonstruktionen. In gleichem Masse wuchsen die Vorbehalte,¹⁴²⁵ wonach eine praktische Ausführung für unmöglich gehalten wurde.¹⁴²⁶ Besonders große und berechtigte Zweifel bestanden hinsichtlich des nicht feuchtigkeitsbeständigen Gipsmörtels.¹⁴²⁷

Entgegen der dominierenden reservierten Beurteilung gelang es dem Baubeamten Steiner, um 1800 im Weimarer Schloss einen Raum (Länge 18 Fuß (ca. 565,2 cm, Breite 15 Fuß (ca. 471,0 cm)) mit einem solchen Flachgewölbe aus Ziegeln zu errichten¹⁴²⁸ (Die Gewölbehöhe des flachen Klostergewölbes betrug 15 Zoll (ca. 39,0 cm) und die Gewölbestärke 2 ½ Zoll¹⁴²⁹ (ca. 6,5 cm)).

Der Versuch, die Gewölbekonstruktion mit Lehmsteinen auf Flachgewölbe und gewölbte Dächer zu übertragen, scheiterte. Ein geplanter Probekbau, um die Machbarkeit zu belegen, wurde bereits im Vorfeld vereitelt.¹⁴³⁰ Steiner verfasste eine Konstruktionsbeschreibung, die sich im Schwerpunkt auf die Ausführung der Lehmsteinwölbungen bezog.¹⁴³¹ Sein Vorschlag gewölbter Lehmdächer fand bei der preußischen Bauverwaltung keine Zustimmung, obwohl sie die Absichten Steiners positiv heraushob.¹⁴³² In Folge seiner neuen Konstruktionsbeschreibung und der Ausführung im Weimarer Schloss wurden die Flachgewölbe in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. auch als „Steiner'sche Gewölbe“¹⁴³³ bezeichnet.

Eine weiteres Flachgewölbe existierte Anfang des 19. Jh. in Österreich und wurde als sogenanntes „babilonisches“¹⁴³⁴, „pavillonisches“¹⁴³⁵ [Spiegel-] oder „Pfaffenkappelgewölbe“¹⁴³⁶ wegen seiner geringen Konstruktionshöhe und Form, „weil sie nicht viel anders, als Hohlkehlen aussehen“¹⁴³⁷ sehr geschätzt (Abb. 190, Fig. 4-6). Die Gewölbeform entsprach dem Espieschen Gewölbe bzw. einem flachen Klostergewölbe und zeichnete sich durch eine horizontale Kämpferlinie aus.

Angewendet wurden zwei Herstellungstechniken. Mit einer Gewölbestärke von einer halben Steinlänge wurde das Gewölbe als Wölbung auf den Schwalbenschwanz ausgeführt.¹⁴³⁸ Bei einer weiteren Gewölbekonstruktion wurden die horizontalen Kämpferlinien als Gurt verstärkt (Abb. 204, Fig. 165 u. Abb. 190, Fig. 7 u. 8). Die Wölbung wurde aus den Ecken

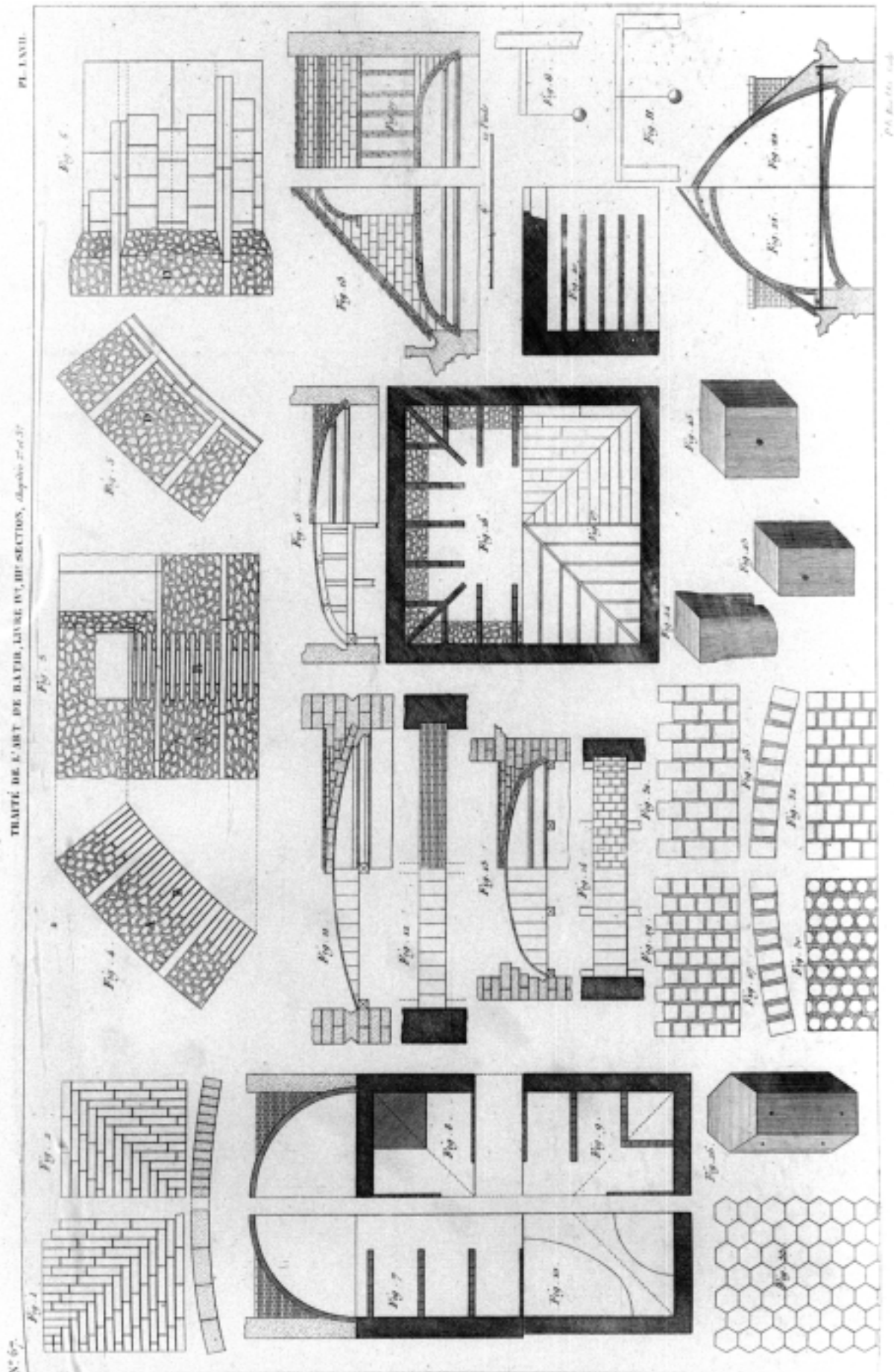


Abb.202 Rondelet 1812. Plan LXXII.

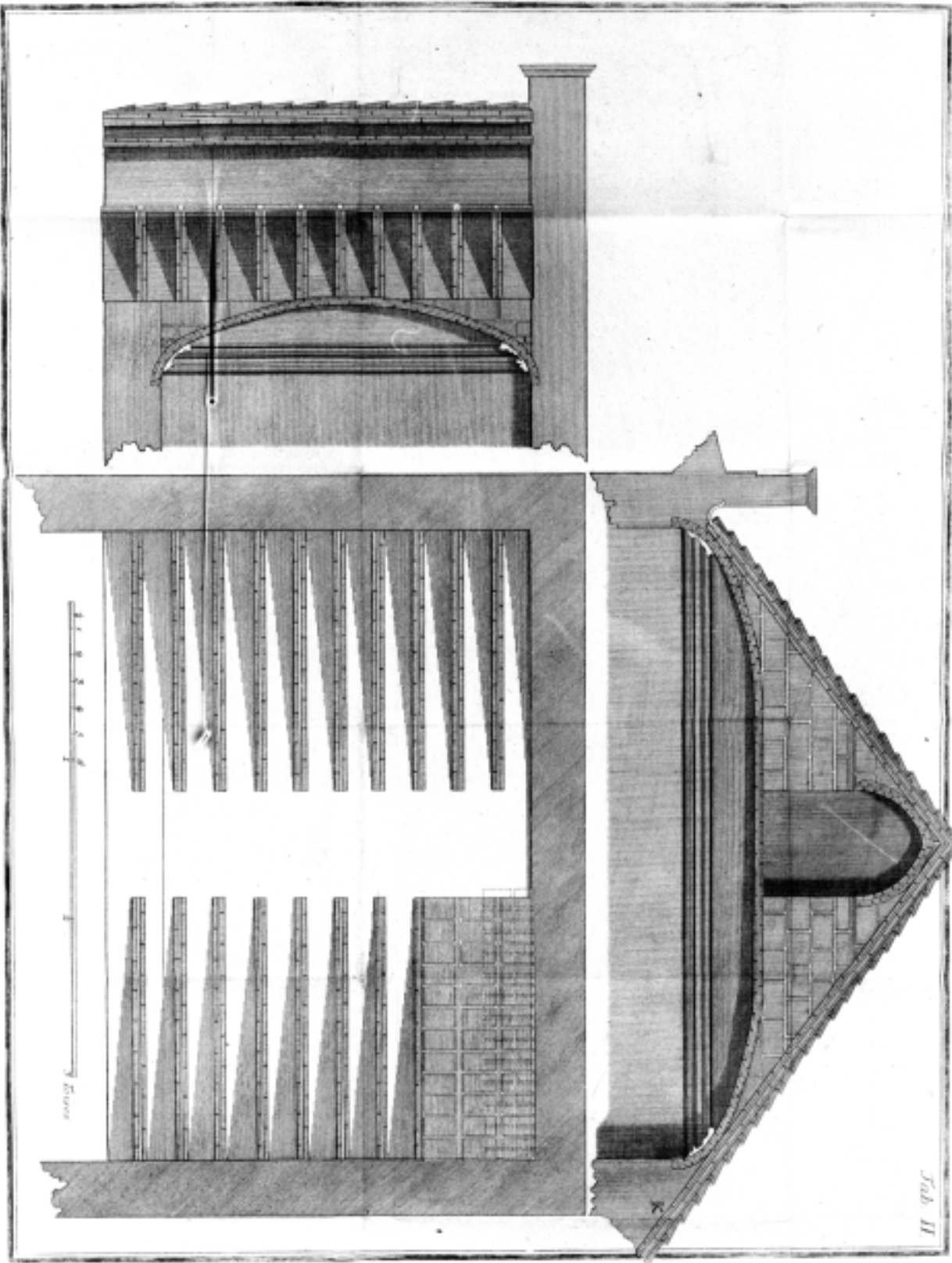


Abb.203 Espie d' 1760.Tafel II.

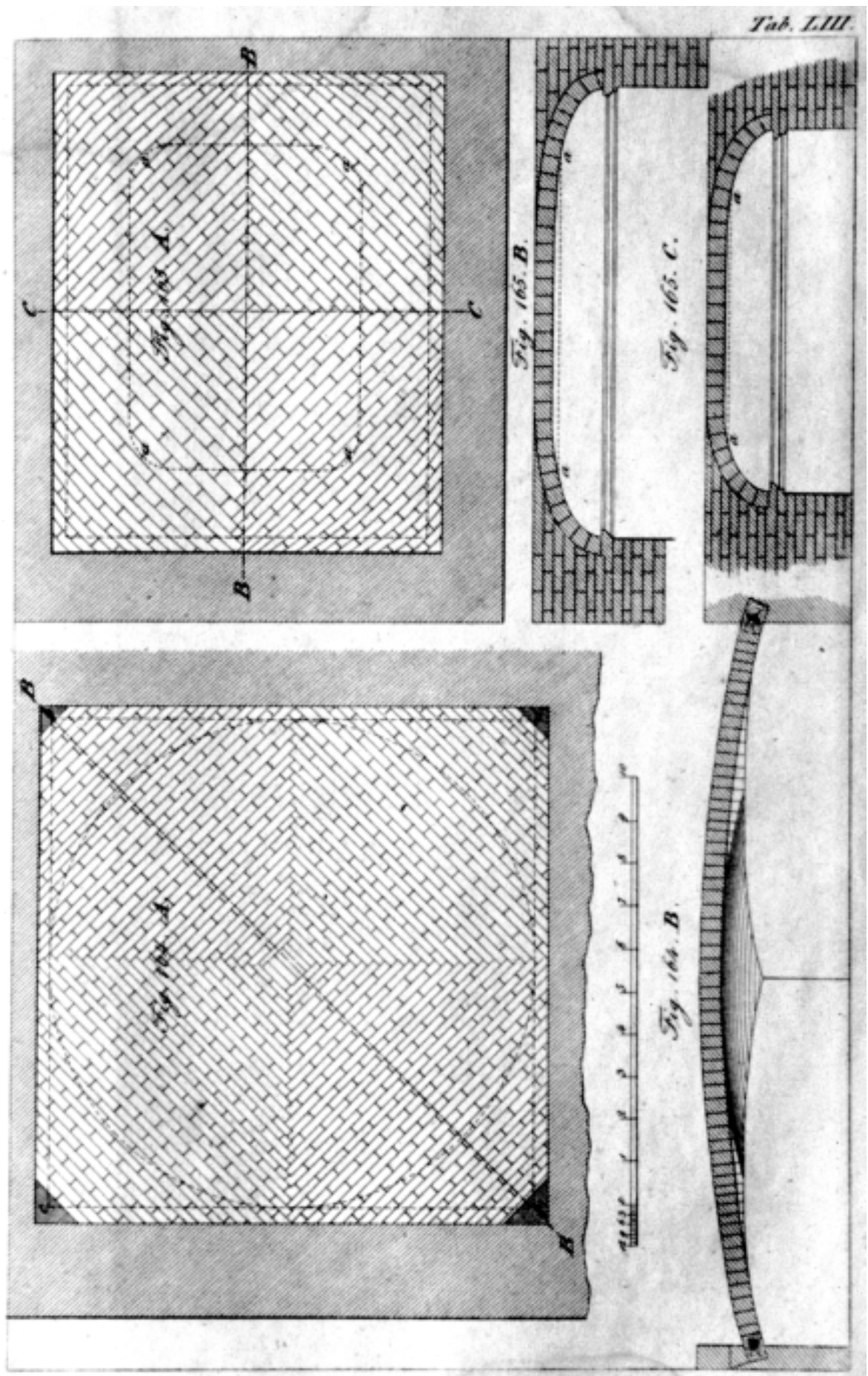


Abb.204 Romberg, 1838.Tafel LIII.

5. GEWÖLBE

heraus begonnen und in konzentrischen Ringschichten als flache Pendentifs angelegt, so dass aus allen vier Ecken heraus ein Ring entstand. In den entstandenen Ring wurde eine Ziegelwölbung als Wölbung auf den Schwalbenschwanz eingesetzt.¹⁴³⁹ Die Gewölbeausführung entsprach den als Pendentifgewölbe ausgeführten, gestutzten Kuppeln. Durch die geringe Gewölbehöhe (1/10 bzw. 1/12 der Gewölbespannung)¹⁴⁴⁰ wurde ein entsprechend starker Seitendruck angenommen, der sich durch größere Widerlager kompensieren ließ.¹⁴⁴¹

Eine weitere Flachgewölbekonstruktion basierte auf gegossenen Flachgewölben, die unter der Bezeichnung „Volta al Volterra“¹⁴⁴² aus Volterra, einem Ort in der Toskana,¹⁴⁴³ aber auch durch vergleichbare Gewölbekonstruktionen aus Spanien und der Umgebung von Avignon¹⁴⁴⁴ zu Beginn des 19. Jh. größere Aufmerksamkeit fanden. Auf eine vollflächige Schalung wurden Ziegel flach ausgelegt und anschließend mit einem Gips- oder puzzolanhaltigen Kalkmörtel übergossen.

Die beispielsweise in Neapel vorrangig mit gebrannten Tontöpfen ausgeführten gegossenen Gewölbe¹⁴⁴⁵ dienten in der Mark Brandenburg als Anregung für Hohlziegelgewölbe. Während der Bauvorbereitung der Kuppelausführung für das Alte Museum in Berlin (1823/29) wurde die Ausführung der Kuppel ernsthaft in Hohlziegel verfolgt, jedoch zu Gunsten von Leichtziegeln wieder verworfen.¹⁴⁴⁶ Die wenigen aus Hohlziegeln und Gussmörteln hergestellten Flachgewölbe wurden in der Regel mit Eisenankern eingefasst, da in der Mark das Zutrauen in die Zugfestigkeit des Mörtels nicht vorhanden war.¹⁴⁴⁷ Das flache Pendentifgewölbe für die Begräbnisstätte der Familie Epenstein (1834) auf dem Dreifaltigkeitsfriedhof in Berlin-Kreuzberg wurde mit einem umfassenden Ringanker angelegt. Für die Wölbung wurden die Hohlziegel auf einem Schalgerüst¹⁴⁴⁸ zusammen mit einem Mörtel versetzt und anschließend mit Mörtel übergossen.¹⁴⁴⁹

Ein weiteres der wenigen bekannten Beispiele sind die Decken des Wohnhauses Weinbergstraße 16 in Potsdam (1856). Die Deckengewölbe in Form flacher Klostergewölbe setzten sich aus zylindrischen oder würfelförmigen Hohlziegeln zusammen, die mit einem Kalkmörtel versetzt wurden. Teilweise sind Eisenstangen als Anker erkennbar. Ein umschließender Anker ist für die Flachgewölbe anzunehmen. Vergleichbare Ausführungs- und Konstruktionsversuche zu Flachgewölbe mit Hohlsteinen wurden während des Schlossneubaus in Camenz in Schlesien während des zweiten Drittels des 19. Jh. durchgeführt.¹⁴⁵⁰ Aufgrund des geringen Gewichts der Hohlsteine¹⁴⁵¹ wurden sie als vergossene Gewölbe insbesondere für die Herstellung aller Flachgewölbe während der ersten Hälfte des 19. Jh. als besonders vorteilhaft angeführt.¹⁴⁵² Der Anfang der Wölbung und auch das Einpassen der Hohlziegel erwiesen sich für die Ausführung als problematisch, weshalb für die Hohlsteinwölbungen des Schlosses Camenz zackenförmige Auflagersteine entwickelt worden waren.¹⁴⁵³ Ein Verhauen der Hohlziegel war nicht möglich,¹⁴⁵⁴ so dass für Zwickel und Gewölbeschluss Leicht- oder Vollziegel eingesetzt wurden.¹⁴⁵⁵ Die größere, notwendige Umsicht in der Verarbeitung

der leicht zu zerstörenden Hohlziegel¹⁴⁵⁶ führte zu einer Bevorzugung von Leichtziegeln für die Errichtung von Flachgewölben.¹⁴⁵⁷

Auch Flachgewölbe, die aus Vollziegeln errichtet wurden, wie die Kuppel Palais des Prinzen Wilhelm in Berlin (1835, zerstört) mit einem Durchmesser von sechsundzwanzig Fuß (ca. 816,4 cm) und einer Scheitelhöhe von drei Fuß (ca. 94,2 cm) wurden wegen fehlender Widerlager mit einem Ringanker eingefasst. Der Ringanker für das Flachgewölbe des Berliner Palais wurde aus einzelnen Eisenplatten mit Stanzen zusammengesetzt. Angeordnet waren insgesamt zwei Eisenringe, wobei der untere stärker ausgebildet war, weil dort ein größerer Gewölbedruck erwartet wurde.¹⁴⁵⁸ Um den Gewölbedruck zu verringern, wurde die Gewölbestärke von eineinhalb Steinlängen zum Scheitel hin auf eine halbe Steinlänge reduziert.¹⁴⁵⁹

KAPPENGEWÖLBE

Flache Segmentbogentonnen lassen sich für zwei Joche der Kellerwölbung des Neuen Rathauses in Brandenburg (ca. 16. Jh.) nachweisen. Aus den beiden nebeneinander angeordneten Gewölbekappen lässt sich jedoch nicht ableiten, welchen Stellenwert die Gewölbe damals gehabt haben. Ende des 17. Jh. wurden flachere Tonnengewölbe mit Ausschnitten eines Viertel- oder Sechstelkreisbogens als besonders prädestinierte Zimmergewölbe hervorgehoben.¹⁴⁶⁰ In der Mitte des 18. Jh. wurden solche „Cirkelbogen“¹⁴⁶¹, die kleiner als ein Halbkreis ausfielen, bereits als eigene Gewölbeform angeführt. Durch Gurte verstärkte Segmentbogentonnen (Gewölbestärke von $\frac{1}{2}$ Steinlänge) dienten beispielsweise als Kellergewölbe der Commis im Neuen Palais (1766/69) in Potsdam-Sanssouci.

Flache Segmentbogentonnen besaßen erhebliche Bedeutung für steinerne Brückenkonstruktionen, da diese den Wasserdurchfluss weniger behinderten. Die in Frankreich während des 18. Jh. ausgeführten Brückenkonstruktionen (mit Bogenhöhen von $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{12}$ der Gewölbespannung) wurden in der Mark mit dem größten Interesse verfolgt.¹⁴⁶² Möglicherweise wurden diese Flachbogengewölbe auch als Anregung für Raumgewölbe aufgefasst. David Gilly legte beispielsweise unmittelbar nach einer Beschreibung flacher Brückenbogenproportionen, die durchschnittliche Gewölbehöhe profaner Gewölbe mit einem Zwölftel der Gewölbespannung und die Gewölbestärke von einer halben sowie einer ganzen Steinlänge fest.¹⁴⁶³

Die Segmentbogentonne erhielt wohl in der ersten Hälfte des 18. Jh. wachsende Bedeutung als eine materialsparende, raumgewinnende und gut in ein Raster einzubindende Gewölbeform. Genauere Hinweise fehlen jedoch. Indiz für eine derartige Entwicklung ist der gewölbte Kriechkeller des 1751-52 errichteten westlichen Gärtnerhauses in Potsdam-Sanssouci. Ausgeführt wurden Kappengewölbe, die in ein Gurtbogenraster eingebunden waren. Die Ziegelkappen wurden als Wölbung auf den Schwalbenschwanz angelegt und dienten gleich-

zeitig als Erdgeschossfußboden. Der dort ausgeführte konstruktive Aufbau der Gewölbekonstruktion entsprach bereits den sogenannten „Gurt- oder Kappengewölben“¹⁴⁶⁴, die nach Angaben von Peter Petersen und Andreas Bernhard in Potsdamer Wohngebäuden ab den 70er Jahren des 18. Jh. als Kellergewölbe verstärkt eingesetzt wurden. Diese Angaben finden durch die Mitteilung des Baubeamten Manger von 1785 ihre Bestätigung.:

„Es sind daher die in neuern Zeiten bekannt gewordenen und eingeführten Gurt- oder Kappengewölbe zu Kellern für Landgebäude vorzüglich zu empfehlen“¹⁴⁶⁵.

Um 1800 wurden die „Kappengewölbe“ zwischen Gurtbogen zur Wölbung der unteren Etagen von „Bauer[n]- oder Colonisten [-] Häusern“¹⁴⁶⁶ besonders empfohlen. Gleichzeitig wurde angegeben, dass die Gurt- oder Kappengewölbe vornehmlich „in Berlin, Potsdam, und in einigen andern großen Städten bekannt, dagegen aber in den Provinzial-Staedten und auf dem Lande noch nicht sehr in Ausübung gebracht worden“¹⁴⁶⁷ sind. Für den Wiederaufbau der Stadt Neuruppin nach 1787 waren die Gurt- und Kappengewölbe das dominierende Kellergewölbe.

Mit der gewachsenen Wertstellung flacher Segmentbogentonnen wurden ab dem letzten Drittel des 18. Jh. neue Begriffe eingeführt. Bis dahin wurden Segmentbogentonnen in der Regel als Kreis- oder Zirkelstücke von einem Halbkreisbogen hergeleitet. Eine begriffliche Abgrenzung vollzog sich im letzten Drittel des 18. Jh. mit den zwischen Gurtbogen errichteten Segmentbogentonnen, die als Gurt- oder / und Kappengewölbe,¹⁴⁶⁸ teils auch als „Muffelgewölbe“¹⁴⁶⁹ und in der ersten Hälfte des 19. Jh. als „Stichbogengewölbe“¹⁴⁷⁰ bzw. „Stichbogen“¹⁴⁷¹ bezeichnet wurden.

Zu Beginn des 19. Jh. fand die Bezeichnung Kappengewölbe oder Kappe größere Verbreitung. Zum einen wurde darunter ein flaches Tonnengewölbe mit Kreisausschnitt verstanden,¹⁴⁷² das auf parallelen Mauern oder Gurtbogen lagerte.¹⁴⁷³ Zum anderen erhielt die Gewölbekappe als Begriff in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. in Verbindung mit aus Kappen zusammengesetzten Sterngewölben größere Bedeutung.¹⁴⁷⁴ Ungeachtet dessen blieb die Bezeichnung Kappe oder Ohr für flache, kleine Gewölbe bestehen, wie sie über Fenster- oder Türöffnungen eingesetzt wurden.¹⁴⁷⁵

Vorrangig im süddeutschen Raum wurde die Bezeichnung der Kappe oder Kappengewölbe für eine Segmentbogentonne als falsch abgelehnt und stattdessen wurden dort flache Segmentbogentonnen als „preußische Gewölbe“¹⁴⁷⁶ bezeichnet. Einhergehend mit der größeren Verbreitung flacher Segmentbogentonnen in Nordostdeutschland, insbesondere in Preußen wurden die Flachtonnen gegenüber den üblichen Tonnengewölben begrifflich als Kappen oder Kappengewölbe unterschieden.¹⁴⁷⁷ Vergleichbare begriffliche Abgrenzungen der Tonnengewölbe führten in Frankreich teils zur Beschreibung der Flachtonnen als Klostergewölbe.¹⁴⁷⁸

Eine weitere Begriffsüberlagerung bestand in der ersten Hälfte des 19. Jh. zwischen den flachen Segmentbogentonnen mit gerader Kämpferlinie und den gestutzten Flachkuppeln mit gekrümmter Kämpferlinie.¹⁴⁷⁹ Beide Gewölbe wurden als Kappe oder Kappengewölbe bezeichnet. Um sie zu unterscheiden, setzte sich während des 19. Jh. die begriffliche Unterteilung nach preußischer Kappe (gerade Kämpferlinie) und böhmischer Kappe (gebogene Kämpferlinie) durch.¹⁴⁸⁰

Gurt- oder Kappengewölbe

Das Gurt- und Kappengewölbe, so wie es für den Kriechkeller des bereits erwähnten westlichen Gärtnerhauses (1751-52) in Potsdam-Sanssouci angewendet wurde, avancierte ab dem letzten Drittel des 18. Jh. in der Mark¹⁴⁸¹ zur wichtigsten „Ueberwölbung der Keller und Souterrains“¹⁴⁸² sowohl in den Städten als auch auf dem Land.¹⁴⁸³ Außerhalb Preußens war das Gurt- und Kappengewölbe dagegen kaum bekannt.¹⁴⁸⁴ Mit den geraden Wänden als seitlicher Begrenzung war es besonders geräumig.¹⁴⁸⁵ Zudem entfiel die aufwendige Kappenherstellung für Fenster- und Türöffnungen.¹⁴⁸⁶ Ein weiterer Vorteil bestand in der leichten Herstellung und dem geringen Materialverbrauch in direktem Vergleich zur Tonne.¹⁴⁸⁷

Das Gurt- oder Kappengewölbe setzte sich aus zwei als Auflager parallel zu einander verlaufenden Gurtbogen und einer aufliegenden Segmentbogentonne zusammen.¹⁴⁸⁸ Begrenzt wurde das Gewölbemodul durch die Fassadenmauer und die Mittelwand, zu denen es quer angeordnet war. Bevorzugter Baustoff war der Ziegel, wenngleich gelegentlich Lehm- oder Werksteine mit angeführt wurden.¹⁴⁸⁹ In der ersten Hälfte des 19. Jh.¹⁴⁹⁰ galt es als „eine allgemeine Regel bei diesen Gewölben [...], zu den Gurten Ziegel großer Form, und zu den Kappen deren von kleinerer Form zu nehmen“¹⁴⁹¹.

Die Gurtbogen wurden als Kappenaufleger weitgehend als eine Mauerscheibe betrachtet, in die ein Bogen einbeschrieben war. Begrenzt wurden die Gurtbogen durch Pfeiler, die als Bogenwiderlager gegen die Außen- bzw. die Mittelwände als Widerlager stießen. Möglich war auch, dass die Außenwände eingeschnitten wurden¹⁴⁹² (Abb. 187, Fig. 87 D u. E Schnitt durch Außenwand / Ansicht). Die preußische Bauverwaltung suchte Ende des 18. Jh. die Tiefe des vorgelegten Pfeilers mit eineinhalb Fuß¹⁴⁹³ (ca. 47,1 cm) festzuschreiben.

Dennoch galten für durchschnittliche Gebäude die Gurtbogen der Kellergewölbe als ausreichend stabilisiert, wenn die Pfeiler sechs Zoll oder einen Fuß¹⁴⁹⁴ (ca. 15,6 bis 31,4 cm) vorstanden. Auf vorstehende Pfeiler wurde verzichtet, wenn die Gurtbogenlänge und Kappenwölbung zwölf oder sechzehn Fuß¹⁴⁹⁵ (ca. 376,8 oder 502,4 cm) nicht überschritt oder die begrenzenden Wände als ausreichend stabiles Widerlager beurteilt wurden.¹⁴⁹⁶ Dies galt als gegeben, wenn das Gebäude mindestens zweigeschossig war.

Die Gurtbogenpfeiler wurden mit drei bis sechs Zoll¹⁴⁹⁷ (ca. 7,8 bis 15,6 cm) vertieft in die begrenzenden Wände eingeschnitten oder waren mit dem angrenzenden Mauerwerk verzahnt.¹⁴⁹⁸ Bei überirdischen Gurtbogenpfeilern waren die vorstehenden Pfeiler auf drei bis vier Fuß¹⁴⁹⁹ (ca. 94,2 oder 125,6 cm) zu verstärken.

Ausschlaggebend für die Konzeption der Gurtbogen war die lichte Höhe, die einen bequemen Durchgang zu den einzelnen Keller- oder Raumgewölben sicherstellte (6¹⁵⁰⁰ bzw. 6 ½¹⁵⁰¹ Fuß (ca. 188,4 bzw. 204,1 cm). Dennoch wurde die Höhe letztlich durch den jeweiligen Grundwasserstand bestimmt. Die Gurtbogen waren auf die Gesamtlänge des Moduls, die Pfeilervorlage und die Raumhöhe abzustimmen, so dass statt eines angestrebten Halbkreisbogens¹⁵⁰² gedrückte Gurtbogen mit einer Höhe von einem Drittel oder einem Viertel der Bogenspannung bevorzugt wurden.¹⁵⁰³ Die Höhe wurde in der erste Hälfte des 19. Jh. auf ein Achtel der Bogenhöhe reduziert. Die Berliner Bauakademie ist dafür ein Beispiel. Zusätzlich waren dann jedoch Anker oder kompensierende Vertikallasten vorzusehen.¹⁵⁰⁴ Die Anfang des 19. Jh. angegebenen Spannweiten der Gurtbogen variierten erheblich (6 bis 9 Fuß¹⁵⁰⁵ (ca. 188,4 und 282,6 cm) aber auch 15 Fuß¹⁵⁰⁶ (ca. 471,0 cm)). Die Spannweiten wurden bis in die Mitte des 19. Jh. zunehmend einheitlich angegeben (16 und 18 Fuß¹⁵⁰⁷ (ca. 502,4 und 565,2 cm)). Bei längeren Gewölben wurden bevorzugt zwei oder mehrere Gurtbogen angelegt.

Errichtet wurden die Gurtbogen über einem Lehrbogen¹⁵⁰⁸ (Abb. 205). Die als erforderlich angesehene Gurtbogenmauerbreite wurde mit ein bis zwei Fuß (ca. 31,4 bis 62,8 cm) bzw. Steinlängen¹⁵⁰⁹ festgelegt, während die durchschnittliche Bogenstärke mit ein oder eineinhalb Steinlängen bestimmt wurde.¹⁵¹⁰ Zur Festlegung der Bogenstärke wurde auch die Gautierische Formel übertragen (Gewölbespannung von 15 Fuß (ca. 471,0 cm) ergab eine Gewölbestärke von 15 Zoll (ca. 39,0 cm)).¹⁵¹¹ Es wurde angestrebt, die einzelnen Steine jeweils auf einen gedachten Mittelpunkt auszurichten und den Fugenanteil damit gering zu halten. Vor allem im Bogenschluss waren die Ziegel passend zu behauen oder zu schleifen, damit sie mit wenig Mörtel ohne großen Druck eingefügt werden konnten.¹⁵¹² Überkragende Ziegelschichten wurden in der ersten Hälfte des 19. Jh. ebenfalls für die konstruktive Ausführung der Gurtbogen empfohlen.¹⁵¹³ Zusammen mit ihrer Hintermauerung dienten die Gurtbogen als Kappenaufleger. Dazu wurden Auflager in die Gurtbogen und die Hintermauerung eingeschlagen (zwischen 3 bis 5 Zoll¹⁵¹⁴ (ca. 7,8 bis 13,0 cm). Als vorteilhaft wurde es beurteilt, wenn sich die Kämpferlinie mindestens drei Zoll¹⁵¹⁵ (ca. 7,8 cm) über dem unteren Scheitelpunkt des Gurtbogens befand. Stand eine ausreichende Konstruktionshöhe nicht zur Verfügung, dann befanden sich der untere Scheitelpunkt und die Kämpferlinie in gleicher Höhe.¹⁵¹⁶ Meist stießen die Kappen stumpf gegen die Schildmauern.¹⁵¹⁷ Ebenso konnten Kappen aufgesattelt¹⁵¹⁸ und gelegentlich Auflager eingehauen werden.¹⁵¹⁹

Versucht wurde, die Kappen eines größeren Gebäudeabschnitts möglichst gleichzeitig zu errichten. Damit wurde ein unterschiedlicher Druck auf den oder die seitlichen Gurtbogen vermieden.¹⁵²⁰ War ein gleichzeitiges Herstellen nicht möglich, dann musste der oder die seitlichen Gurtbogen abgestützt werden.¹⁵²¹ Das Abstützen war häufig der Fall, da meist nicht genügend Lehrgerüste für alle Kappen zur Verfügung standen.¹⁵²²

Für die Errichtung der Segmentbogentonnen wurden einfache Lehrbogen¹⁵²³ in gleichmäßigen Abständen (4 bis 6 Fuß¹⁵²⁴ (ca. 125,6 bis 188,4 cm)) und Absteifungen aufgestellt.¹⁵²⁵ Darauf wurden die Schalbretter genagelt.¹⁵²⁶ Die Lehrbogen wurden für den einfacheren Gerüstabbau häufig unterteilt.¹⁵²⁷ Ausgeführt wurden die Kappen als Wölbung auf den Kuf,¹⁵²⁸ oder als Wölbung auf den Schwalbenschwanz.¹⁵²⁹ Bis in das 19. Jh. hinein wurde die Wölbung auf den Kuf als „alte Art“¹⁵³⁰ weniger stabil eingestuft,¹⁵³¹ während man die Wölbung auf den Schwalbenschwanz als die beste und gebräuchlichste Art auffasste.¹⁵³² Mit ihr wurde eine erhöhte Festigkeit der Wölbung verbunden.¹⁵³³ Die Stabilitätsvorstellung wurde im zweiten Drittel des 19. Jh. jedoch auf länglich rechteckige Grundrisse eingeschränkt. Dann sollte auf die Wölbung auf den Schwalbenschwanz wegen der schwierigen Herstellung und der gefährdeten Stabilität verzichtet werden.¹⁵³⁴

Auch wenn die Gewölbestärke der Kappen in der Regel eine halbe Steinlänge betrug,¹⁵³⁵ wurde sie gelegentlich stärker angegeben (8 bis 12 Zoll¹⁵³⁶ (ca. 20,8 bis 31,2 cm)). Die Gewölbestärke wurde abhängig von der Gewölbespannung festgelegt. Allerdings fiel die Festsetzung sehr unterschiedlich aus. Mit einer halben Steinlänge wurde die Gewölbestärke für Gewölbespannungen zwischen neun¹⁵³⁷ (ca. 282,6 cm), zwölf bis sechzehn¹⁵³⁸ (ca. 376,8 bis 502,4 cm) aber auch fünfzehn bis achtzehn Fuß¹⁵³⁹ (ca. 471,0 bis 565,2 cm) bestimmt. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden fünf bis zehn Fuß¹⁵⁴⁰ (ca. 157,0 bis 314,0 cm) als durchschnittliche Gewölbespannungen der Kappengewölbe angegeben.

Darüber hinaus gehende Gewölbebreiten wurden erst im Verlauf des 19. Jh. tatsächlich ausgeführt. Entsprechend wurden größere Gewölbestärken (mit 1½ bis 2 Steinlängen) vorausgesetzt.¹⁵⁴¹ So wurden die Kappengewölbe des Neuen Berliner Museums (1841/55) bei einer Spannung von sechzehn Fuß (ca. 502,4 cm), einer Stichhöhe von einem Achtel der Breite und einer Stärke von einer Steinlänge ausgeführt.¹⁵⁴²

Für die Stabilität der Segmentbogentonne war die Stichhöhe entscheidend, deren geringste Höhe zwischen einem Achtel bis zu einem Zwölftel der lichten Weite für die erste Hälfte des 19. Jh. festgesetzt wurde.¹⁵⁴³ Indes fehlte des öfteren einerseits die Bestimmung der Stichhöhe, die nur durch vage Umschreibungen als „Kreisabschnitt“¹⁵⁴⁴ oder eine Stichhöhe von einigen Zoll¹⁵⁴⁵ erfolgte. Andererseits existierten sehr genaue Maßangaben (bei einer Breite von 6 ½ Fuß (ca. 204,1 cm) und einer definierten Stichhöhe 8 Zoll¹⁵⁴⁶ (ca. 20,8 cm)). In den

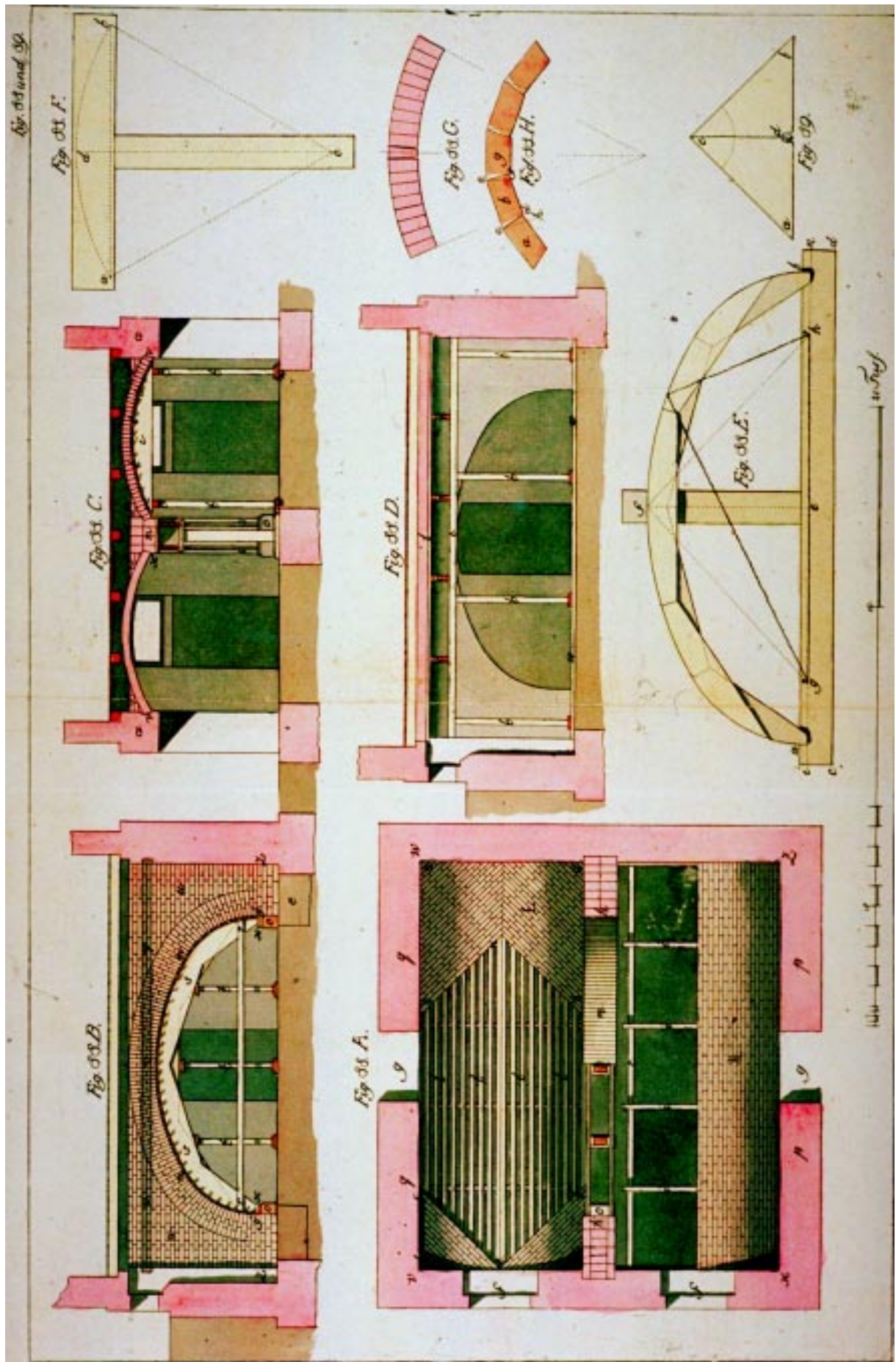


Abb.205 Gilly, 1797. Tafel Figur 88 und 89.

ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurde die Stichhöhe im Verhältnis mit einem Sechstel der Gewölbebreite als einzuhaltender Richtwert angeführt.¹⁵⁴⁷

Der hohe Seitenschub und die damit sehr eingeschränkte Stabilität der Segmentbogentonne fand wegen der weiterhin geschätzten Vorzüge ab dem zweiten Drittel des 19. Jh. wachsende Berücksichtigung. In Stabilitätsvergleichen schnitt die Segmentbogentonne gegenüber dem Tonnengewölbe wesentlich schlechter ab.¹⁵⁴⁸ Die bis dahin übliche Gewölbestärke von einer halben Steinlänge wurde als nicht mehr feuersicher eingestuft.¹⁵⁴⁹ Gewölbebreiten von über achtzehn Fuß (ca. 565,2 cm) waren aus statischen Gründen nun als Segmentbogentonnen möglichst zu umgehen¹⁵⁵⁰ und entsprechende Kappengewölbe nur noch mit geringen Gewölbebreiten anzulegen.¹⁵⁵¹ Damit die Segmentbogentonne ab dem zweiten des Drittel 19. Jh. auch weiterhin als feuersichere Wölbung eingesetzt werden konnte, war sie als Wölbung auf den Schwalbenschwanz von einer Gewölbestärke von einer Steinlänge sowie einer Stichhöhe mit einem Sechstel der Spannung auszuführen.¹⁵⁵²

Um die Stabilität der Segmentbogentonnen durch die Form zu erhöhen, wurde eine gebogene Scheitellinie wie die „Bauchung eines Fasses“¹⁵⁵³ vorgeschlagen. Damit stieg das Gewölbe zu allen Seiten um einige Zoll an¹⁵⁵⁴ (Abb. 206). Letztlich näherte sich damit die Gewölbeform der gestutzten Flachkuppel. Als weitere Standsicherungsmaßnahme wurde das ausgerüstete Gewölbe mit einem dünnen Kalkmörtel übergossen, wodurch entstandene Risse kraftschlüssig geschlossen wurden.¹⁵⁵⁵ Ebenso wurden während der ersten Hälfte des 19. Jh. zunehmend die Gewölbezwicke hintermauert.¹⁵⁵⁶

Eine Weiterentwicklung der Gurt- und Bogenkonstruktion stellte die Ausführung der Berliner Bauakademie als flaches Gewölbesystem dar,¹⁵⁵⁷ das trotz des hohen Seitenschubs „sämtliche Geschosse durch flache Gewölbe gebildet“¹⁵⁵⁸ wurden. Dabei wurde sowohl nach einzelnen Bauteilen als auch nach Zug- und Druckkräften im Sinne verschiedener konstruktiver Systeme unterschieden.¹⁵⁵⁹

Basierend auf einem Stützenraster dienten Säulen und Pfeiler als Auflager der Gurtbogen. Die als Gewölbeauflager konzipierten Gurtbogen waren konstruktiv von jenen „Druckbogen“¹⁵⁶⁰ getrennt, die zur Lastabtragung geplanter Wände oder Mauern bestimmt waren. Als Bogenanlauf wurden Sandsteine gewählt, auf denen einige Kragsschichten folgten, bevor mit dem eigentlichen Gurtbogen begonnen wurde.¹⁵⁶¹ Erst nachdem das konstruktive Traggerüst fertiggestellt war, wurden die Segmentbogentonnen angelegt.¹⁵⁶² Die mit Ziegeln und Kalksteinen als Wölbung auf den Kuf ausgeführten Segmentbogentonnen wurden mit verstärkenden nach oben vortretenden Gewölbegurten (Abstand zwischen 4 und 6 Fuß¹⁵⁶³ (ca. 125,6 bis 188,4 cm)) kombiniert. Die Stichhöhe war auf ein Achtel der Gewölbespannung festgelegt. Während die Kappe mit einer Gewölbestärke von einer halben Steinlänge bestimmt war, wurden die Gewölbegurte (Breite von 1 Steinlänge) soweit hochgemauert, dass sie die Fußbodenkonstruktion tragen konnten.¹⁵⁶⁴ Zwischen Segmentbogentonnen und Fußbodenkon-

struktion wurde ein aufwendiges Eisenankersystem zur Kompensation des Seitenschubs der Segmentbogentonnen angelegt.

Durch die Bauakademie ließ sich belegen Segmentbogentonnen auch in den oberen Geschossen als feuersichere Gewölbe einsetzen zu können, allerdings um den Preis teurer Eisenverankerungen.¹⁵⁶⁵ Wegen der hohen Kosten wurde auf solche Gewölbe in den oberen Geschossen weitgehend verzichtet.¹⁵⁶⁶ Aus dem gleichen Grund wurden Gurt- und Kappengewölbe als Brandschutzgewölbe von Küchenherden höherer Geschosse als ökonomische Verschwendung kritisiert. Ein verbesserter Brandschutz, der auf die Küchen beschränkten Gewölbe wurde bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. zudem bezweifelt.¹⁵⁶⁷

Neben den eisernen Ankersystemen wurden auch begrenzende Mauern als oberirdische Gewölbewiderlager angeführt, die jedoch wenigstens zweieinhalb bis vier Fuß stark anzulegen waren.¹⁵⁶⁸ In der Mitte des 19. Jh. wurden zweieinhalb Steinlängen als begrenzende Mauerbreite baupolizeilich vorgeschrieben.¹⁵⁶⁹

Gurt- und Kappengewölbe waren ab dem letzten Drittel des 18. Jh. bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. in der Mark eine der verbreitetsten Gewölbekonstruktionen.¹⁵⁷⁰ Eine größere, beispielhafte Gewölbeanlage sind die Kellergewölbe einer ehemaligen Zichorienbrennerei in der Großen Hamburger Straße 19a (Ende 18. Jh.) in Berlin-Mitte. Wegen des erheblichen Seitenschubs beschränkte sich die Ausführung bis auf Ausnahmen auf die Wölbung von Kelleranlagen aller Art¹⁵⁷¹ (Abb. 15 u. 187 Fig. 87), so wie sie in Neuruppin mit dem Wiederaufbau 1787 bestimmend waren. Basierend auf einem Rastersystem wurde die größere Kelleranlage des ehemaligen Schützenhauses Rudolf-Breitscheid-Straße 1, in Beeskow, Landkreis Oder-Spree (1832/36), mit Gurt- und Kappengewölben überwölbt. Bevorzugt wurden Gurt- und Kappengewölbe teils auch für oberirdische Wirtschaftsräume mit offenem Feuer, wie Brau- und Brennereien, Darren, Färbereien,¹⁵⁷² landwirtschaftliche Bauwerke¹⁵⁷³ und kleinere Räume.¹⁵⁷⁴

Bereits um 1800 wurden in der Mark Entwürfe entwickelt, bei denen die etablierten Segmentbogentonnen mit Eisenträgern kombiniert wurden. Beispielsweise wurde für einen Theaterentwurf von Louis Catel diese Konstruktion als brandsichere Decke für den Zuschauerraum vorgeschlagen. Zwischen sogenannten eisernen Sparren¹⁵⁷⁵ (mit einem T-förmigen Querschnitt), die durch Eisenbänder verbunden waren, wurden „schlichte Kappen-Gewölbe eingespannt“¹⁵⁷⁶. Vergleichbare Konstruktionen waren durch Beschreibungen englischer Brücken bereits Ende des 18. Jh. bekannt.¹⁵⁷⁷ Dennoch scheiterte die praktische Umsetzung vorrangig an den hohen Eisenpreisen. Eine mit Aufmerksamkeit verfolgte, praktische Anwendung in den 30er Jahren des 19. Jh. veranlasste der Hof-Maurermeister Hahnemann, der die Küchenfußböden in den oberen Etagen des Hauses Friedrich-Straße Nr. 219 in Berlin mit flachen Kappen auf gusseisernen Balken erstellen ließ. Beabsichtigt war, die Feuersicherheit



Abb.206 Potsdam, Flachgewölbe, Pferdestall (1787/91), Am neuen Markt 9, in Potsdam.

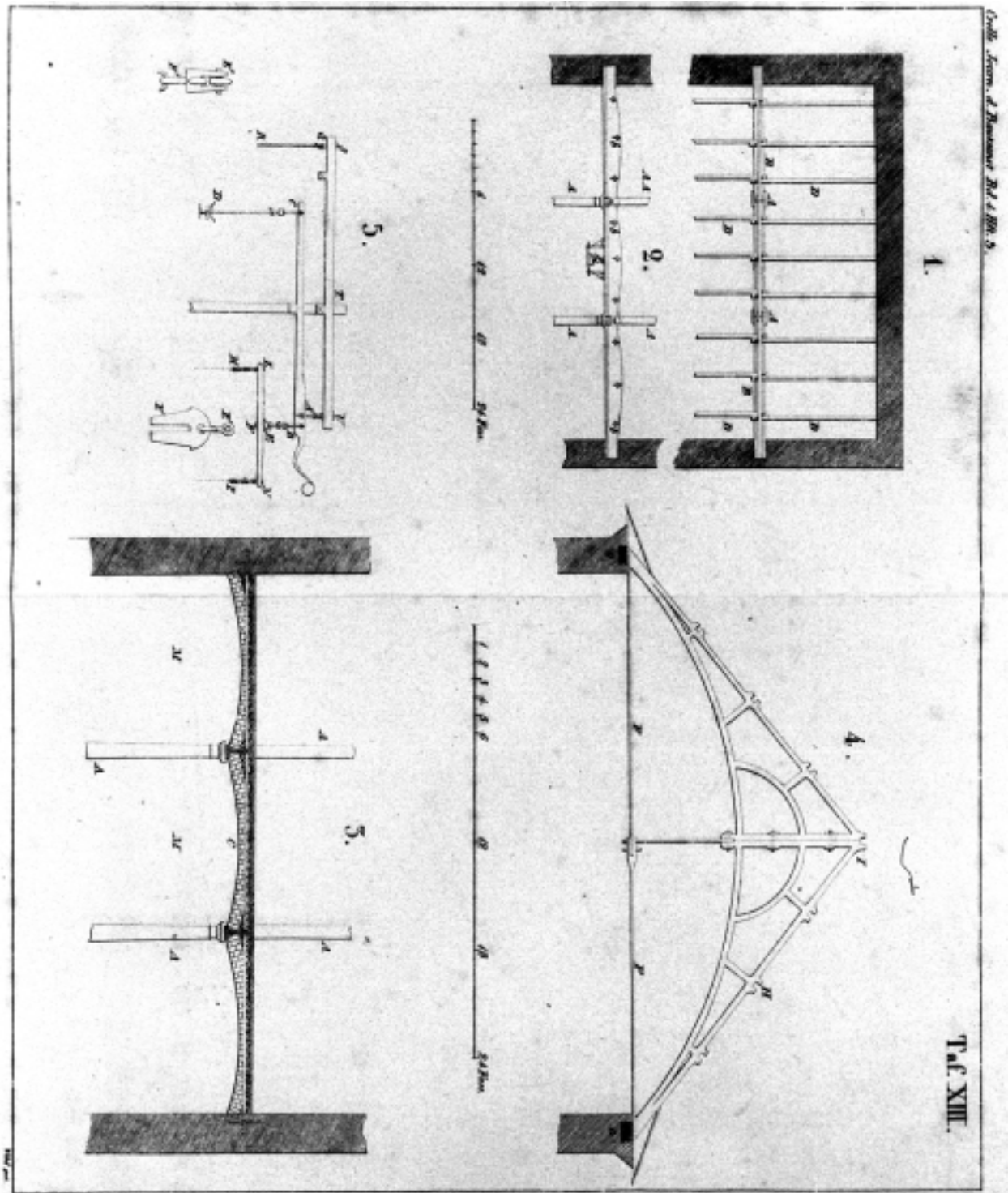


Abb.207 Crelle, 1831. Tafel XIII. Anwendung des Eisens zur Beförderung der Feuerfestigkeit der Gebäude. Auszug aus dem Belgischen Industriel im Journal du génie civil. Bd. 6. Januar-Heft 1830

der Küchen zu erhöhen und gleichzeitig die Zerstörungsanfälligkeit der Holzbalkendecken zu umgehen.¹⁵⁷⁸ In seiner Kalkulation stellte er die Flächeneinbuße bei einer Ausführung als Gurt- oder Kappenwölbung dem finanziellen Mehraufwand für die Eisenträger gegenüber. Genutzt wurden die zwischen Eisenträger gespannten Segmentbogengewölbe während der ersten Hälfte des 19. Jh. vorrangig für Reparaturen und kleinere Deckenfelder.¹⁵⁷⁹ Die durch verschiedene ausländische Beispiele bekannte Deckenkonstruktion (Abb. 207) blieb bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. eine kostspielige Ausnahme.¹⁵⁸⁰

GEWÖLBTE DECKEN

Ende des 17. Jh. wurden Segmentbogentonnen als sogenannte „Zirkelstücke“ zwischen Holzbalken gewölbt. In Frankreich wurden die Balken dazu fünfeckig bearbeitet, um Flachgewölben ein ausreichendes Auflager zu gewährleisten. Zeitweise wurden solche Deckenkonstruktionen als feuerbeständige und robuste Konstruktion zur Errichtung französischer Kasernen eingesetzt, allerdings schnell wieder aufgegeben, da sich die Konstruktion als zu schwer und nicht dauerhaft erwies¹⁵⁸¹ (Abb. 208, Fig. 47, 48 u. 49). Teilweise wurden mit dem Hinweis auf Vitruv¹⁵⁸² die Deckenkonstruktionen aus hölzernen Deckenbalken und dazwischen eingespannten Flachgewölben aus Ziegeln, Tuff oder Lehm während des 18. und der ersten Hälfte des 19. Jh. immer wieder angeführt.¹⁵⁸³ In Ermangelung der noch unerschwinglichen, vermeintlich feuerbeständigen Eisenträger wurden Holzbalken als Ersatzmaterial für gewölbte Deckenkonstruktionen verwendet.¹⁵⁸⁴ In der Mark wurden solche Konstruktionen Anfang der zweiten Hälfte des 19. Jh. für einfachere Wirtschaftsbauten eingesetzt.

In Frankreich wurden seit den 80er Jahren des 18. Jh. erfolgreich Versuche mit Hohlziegelwölbungen und Eisenträgern durchgeführt, die von der Pariser Akademie besonderes Lob und Anerkennung erhielten.¹⁵⁸⁵ Beispielsweise entwickelte der französische Baugeschworene Ango 1785 für sein Haus in Boulogne Decken aus gesprengten Flacheisenträgern, die durch mehrere Querstäbe zu einem „Eisengerippe“¹⁵⁸⁶ verbunden waren. Das Eisengerippe wurde mit Hohlsteinen aufgefüllt, die mit Gipsmörtel vergossen waren.

Als erstes größeres, beachtetes Gebäude wurde die Pariser Börsenhalle 1808 (geplant von Brongniart und La Barre) mit feuerfesten Decken errichtet.¹⁵⁸⁷ In hoch stehende, eiserne Bogenhängewerke wurden eiserne Schienen eingelegt, auf denen gebrannte Töpfe in Form von Kegelstümpfen auf eine Schalung gestellt und anschließend mit Gipsmörtel vergossen wurden.¹⁵⁸⁸

Ähnliche Konstruktionen wurden auch in Großbritannien ausgeführt. Beispielsweise ließ der Baumeister John Nash Wohnhausdecken in seinem und einem weiteren Haus in der Re-

gentstreet, London (1809-1826), als Stein-Eisen-Decken ausführen.¹⁵⁸⁹ Zwischen Eisenträgern wurde aus Hohlziegeln ein Flachgewölbe angelegt.¹⁵⁹⁰

Zu den weiteren, nicht nur in Berlin genau verfolgten, ausgeführten gewölbten Decken zählte die Wölbung der großen Brantweinhalles der Halle à l'eau de vie in Paris.¹⁵⁹¹ Diese Hohlziegelwölbung bestand aus flachen Segmentbögen mit einer Spannweite von sechzehn Fuß (ca. 502,4 cm) und einer Gewölbstärke von acht Zoll¹⁵⁹² (ca. 20,8 cm). Die Gewölbekappen lagen auf Stabeisenträgern, verbunden durch gebogene Eisenstäbe.¹⁵⁹³ Weitere beachtete Beispiele waren die Komposit-Decken des Pariser Palais Royal und die Kolonnaden des Palais. Analog zu den zuvor angeführten Komposit-Decken wurden die Decken aus filigranen Eisenträgern zusammengesetzt, die durch Stabeisen verbunden waren. Zwischen die Träger wurden Hohlsteine gestellt und die verbliebenen Hohlräume mit Gipsmörtel vergossen.¹⁵⁹⁴ In den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. wurden die Franzosen in der Mark als führend in der Errichtung sogenannter „feuerfester Decken aus vergossenen Hohlsteinen“¹⁵⁹⁵ angesehen (Abb. 209).

Vergleichbare mit einem Eisenträgersystem kombinierte vergossene Hohlziegeldecken waren in der Mark Brandenburg bis in die Mitte der 40er Jahre des 19. Jh. noch nicht ausgeführt worden¹⁵⁹⁶ (Abb. 210). Die ersten, als feuerbeständig eingestuft, sogenannten „französischen Decken“¹⁵⁹⁷ oder „scheidrechte[n] Gewölbe“¹⁵⁹⁸ wurden im Neuen Museum in Berlin (1841/55) errichtet.¹⁵⁹⁹ Die Ausführungen im Neuen Museum galten als Probegewölbe in der Absicht, die Deckenkonstruktion gleichzeitig zu optimieren.¹⁶⁰⁰

Durch die Kombination eines Eisennetzes aus Eisenträgern und Flacheisen und den dazwischen gesetzten, mit Gipsmörtel vergossenen Hohlsteinen stand eine belastbare Deckenkonstruktion mit geringer Konstruktionshöhe und relativ geringem Eigengewicht zur Verfügung, die frei von jeglichem Seitenschub war¹⁶⁰¹ und der eine feuerabhaltende Wirkung zugeschrieben wurde. Ein weiterer Vorteil war die verhältnismäßig leichte und schnelle Verarbeitung,¹⁶⁰² sowie die im Prinzip preiswerte Hohlziegelproduktion.¹⁶⁰³

Für die Decken des Neuen Museums wurden Versuchsreihen mit unterschiedlich großen Hohlziegelformaten durchgeführt. Dabei wurden französische Ziegelformate und eigene Entwicklungen in Herstellung und Verarbeitung gegenübergestellt (Hohlziegelzylinder der Halle à eau de vie in Paris mit einer Höhe von 4 Zoll (ca. 10,4 cm) gegenüber dem Neuen Museum mit Höhen von 5 ½ Zoll (ca. 14,3 cm) bis 10 Zoll (ca. 26 cm)).¹⁶⁰⁴ Teil der Verarbeitung war die Handhabung durch die Maurer und der durch die Formate bestimmte Mörtelverbrauch. Die technische-Ober-Bau-Deputation erstellte dazu entsprechende Übersichten der erforderlichen Massen und Preise in Tabellen, die anschließend ausgewertet wurden.¹⁶⁰⁵ Ebenso wurden Versuchsreihen mit unterschiedlichen Gussmörteln durchgeführt. Anstelle des Halberstädter Gipses, der aus dem Gipsbruch in Huys stammte,¹⁶⁰⁶ wurden Versuchswölbungen mit gewöhnlichem Kalkmörtel als statisch überzeugend und preisgünstiger für

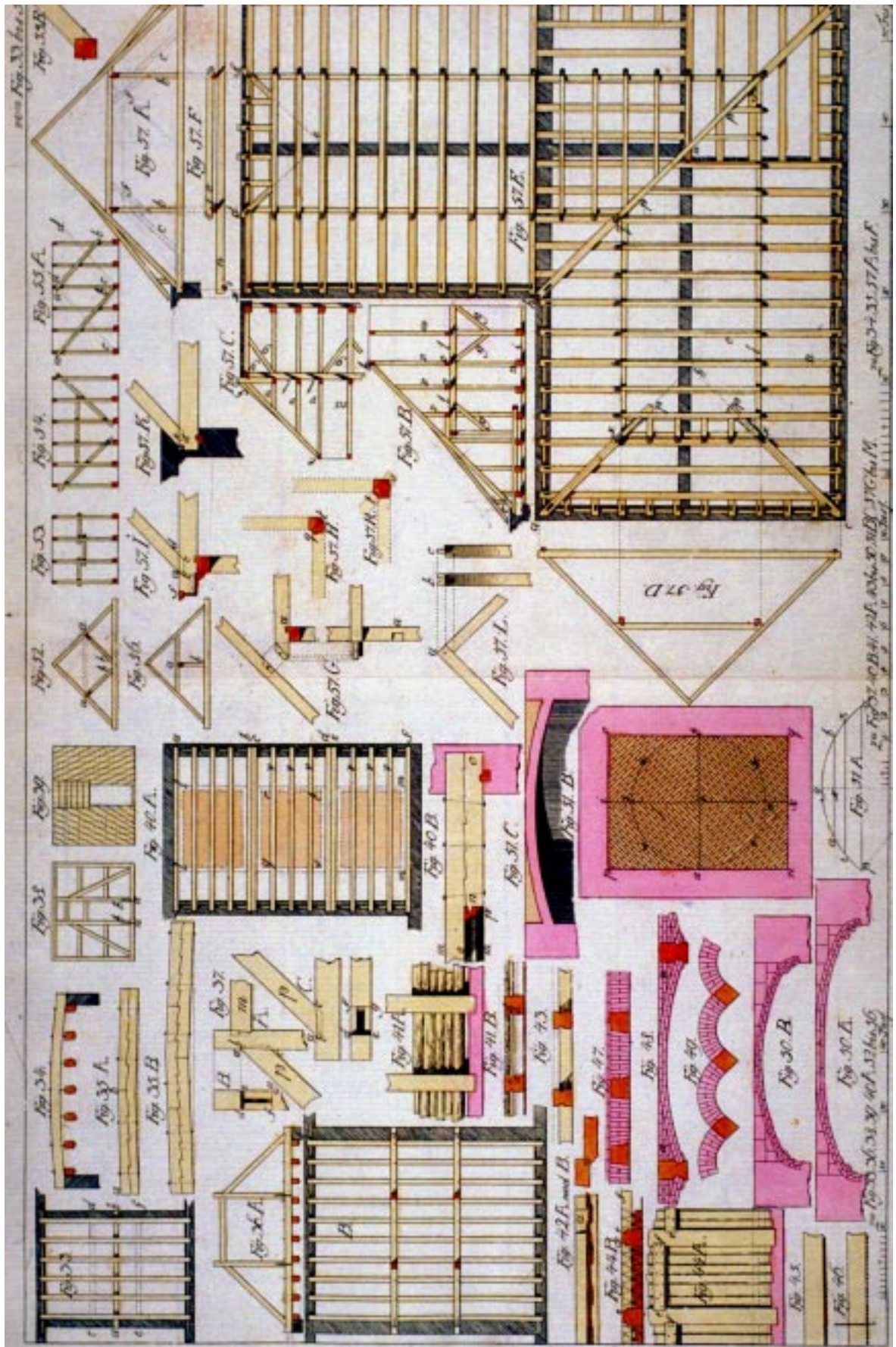


Abb.208 Gilly, 1798. Tafel Figur 33 und 57.

5. GEWÖLBE

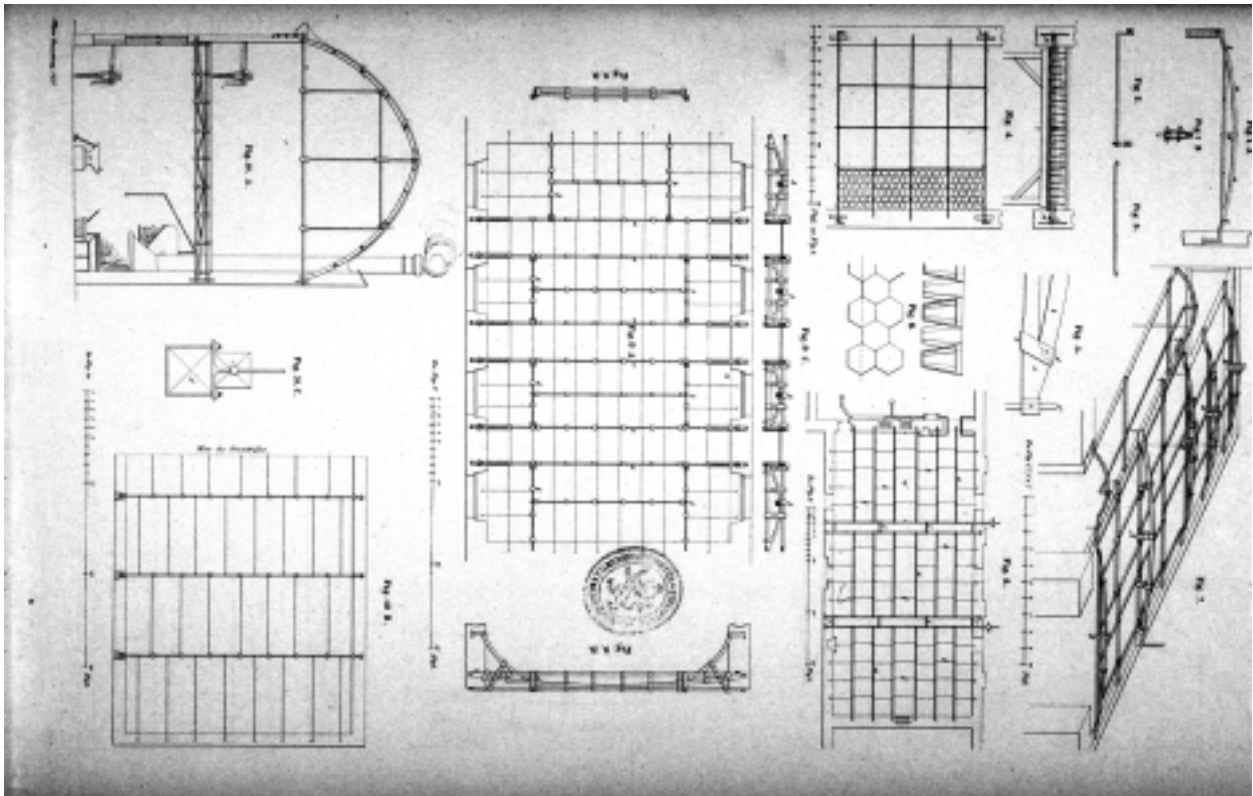


Abb.209 Förster 1837. Tafel CLXII. „Boden- und Deckenkonstruktionen mit hohlen Ziegeln“



Abb.210 Stein-Eisen-Decke der Kolonnaden, Museumsinsel in Berlin-Mitte.

die gesamte Ausführung bevorzugt.¹⁶⁰⁷ Während in Frankreich die Hohlsteinwölbungen in der Regel mit einem schnell versteifenden Gipsmörtel erstellt wurden,¹⁶⁰⁸ gewannen in Deutschland in der ersten Hälfte des 19. Jh. Puzzolan-Gemische oder hydraulische Kalke als Gussmörtel zunehmend an Bedeutung.¹⁶⁰⁹ Einen wesentlichen Anteil an der Entwicklung gewölbter Hohlsteindecken besaß der britische Beitrag eines Hohlziegel-Modellhauses auf der National-Industrie-Ausstellung in London 1851. Die dort vorgestellten Geschossdecken und das Dach waren als flach gewölbte Hohlsteindecke errichtet, die aus Hohlziegeln und gusseisernen Stangen mit einem „Cement“¹⁶¹⁰ vergossen waren. Obwohl die Hohlsteindecken sich als akzeptierte Wölbtechnik durchsetzen konnten,¹⁶¹¹ blieb die Verwendung von Hohlziegeln bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. nicht zuletzt durch die Geschäftspolitik der örtlichen Ziegeleien eine Besonderheit.

6. Ergebnis

Infolge des Wandels hin zu einem zentralistischen Gesellschaftssystem mit einer absolutistischen Machtausrichtung auf den Landesherren wurden nach dem Dreißigjährigen Krieg eine Staatswirtschaft eingerichtet. Hierdurch entstanden veränderte Bauaufgaben. Mit dem ökonomisch möglichst geringsten Aufwand waren landwirtschaftliche und merkantile Betriebsbauten sowie Wohnbauten zu errichten. Um diese Bauaufgabe erfüllen zu können wurden die Funktionen der Gebäude systematisiert, Typen und einfache konstruktive Ausführungen entwickelt.

In Preußen versuchte die staatliche Bauverwaltung landesherrliche Wirtschaftsinteressen durchzusetzen, indem Baumaterialien, Herstellungstechniken und Konstruktionen mittels Vorschriften, Fördermitteln und Werbekampagnen vorgeben wurden.

Die bereits im 17. Jh. bei militärischen und wasserwirtschaftlichen Bauwerken gezielt für eine standsichere und dauerhafte Ausführung ausgewählten Baumaterialien und Konstruktionen wurden jetzt auch auf die neuen ökonomisch und funktional bestimmten Bauaufgaben übertragen. Eng damit verbunden war das Interesse an einwirkenden Kräfte sowie deren Wirkung auf Mauern und Gewölbe.

Dazu wurden einerseits bestehende Gebäude und erkannte Bauschäden empirisch untersucht. Andererseits führte man Versuche und Berechnungen zu Materialeigenschaften und Kräften durch. Auch wenn die Ergebnisse solcher Untersuchungen heute sehr bescheiden anmuten, waren sie die Grundlage dafür, dass wissenschaftliche Untersuchungsergebnisse von Berechnungen und Versuchsreihen zunehmend akzeptiert wurden, sogar verstärkt mehr Geltung erfuhren als überlieferte Wertvorstellungen. Es entstand die Vorstellung ein Gebäude entsprechend dem jeweiligen Zweck durch Konstruktion und Baustoffen zu optimieren.

In diesem Zusammenhang kam den Materialeigenschaften ein wachsende Bedeutung zu, so dass Materialanforderungen zunehmend los gelöst von einem bestimmten Baustoff formuliert wurden. Um den geforderten Eigenschaften wurde auf überregionale Baustoffe zurückgegriffen oder Baustoffe mit entsprechenden Eigenschaften wurden erst entwickelt. Beispielsweise wurden Sandsteine für belastbare Gewölbelager gezielt importiert oder Ziegel oder Mörtel mit entsprechenden Eigenschaften entwickelt. In der Bewertung von Baustoffeigenschaften blieben Fehleinschätzungen nicht aus, wie beispielsweise die, den Gipsmörtel trotz seiner Instabilität bei Feuchtigkeitseinwirkung, als dauerhaftesten und festesten Mörtel einzustufen.

Dadurch rückte man von der gängigen Praxis ab, mit den lokal verfügbaren Baumaterialien und bekannten Konstruktionen eine bauliche Lösung der jeweiligen Nutzung weitgehend anzupassen und ggf. nachzubessern.

Den französischen Wissenschaftseinrichtungen sowie den französischen Forschungsergebnissen und Lehrbüchern kam dabei während des 18. bis in das 19. Jh. eine Vorbildwirkung zu, auf der aufbauend sich in Preußen gegen diverse Widerstände vor allem im 19. Jh. eine eigenständige Bauwissenschaft etablierte.

Für die Gebäudekonzeption und deren Ausführung wurden klar umrissene Anforderungen gestellt, auf die die eingesetzten Materialien und Konstruktionen zu deren Erfüllung abgestimmt sein mussten. Zu den wichtigsten technischen Anforderungen zählten die Standsicherheit, der Brandschutz und die materielle Dauerhaftigkeit, vor allem gegenüber klimatischen Einflüssen wie Wasser und Frost. Insbesondere die während des 18. Jh. entwickelten Bemessungsverfahren ließen sich nur bedingt baulich umsetzen und dienten vorrangig als grobe Richtwerte, die durch eigene Erfahrungen in jedem Fall zu ergänzen waren.

Die gewonnenen Erkenntnisse zur konstruktiven Lastableitung und die darauf abgestimmte Materialwahl blieben nicht ohne Folgen auf die Gebäudekonstruktion. Die horizontale Gebäudegliederung in Unterbau, Oberbau und Dach sowie die Differenzierung nach raumunterteilenden Innenwänden und belastbaren Außenmauern erwies sich für die wichtiger werdende Lastableitung als ungeeignet. In den Vordergrund rückte stattdessen die gezielte Lastableitung bis in den Baugrund. Bauteile wurden verstärkt danach unterschieden, ob sie Teil eines statisch-konstruktiven Systems, eines Ausbauelements oder einer technischen Anforderung, beispielsweise als Brandwand, zuzuordnen waren.

Anstelle der groben Differenzierung zwischen lasttragenden Außenmauern und raumunterteilende Innenwänden wurden Wände und Mauern zunehmend in lasttragende Wände oder Stützen, aussteifende und nichttragende Wände unterteilt. Die statische Beurteilung einwirkenden Lasten wurde nach gleichmäßig verteilt oder gebündelt einwirkenden Kräften unterschieden. Je nach Kraftannahme war die Standsicherheit der Wand durch einen angepassten Querschnitt und/ oder mit Baumaterialien herzustellen, der Eigenschaften als geeignet beurteilt wurden.

Die Mauern bzw. Wände blieben weiterhin bestimmend, wenngleich sie zunehmend in kraftleitende Stützen und raumunterteilende Wandabschnitte unterschieden wurden. Die Wände wurden damit in der ersten Hälfte des 19. Jh. Teil eines statisch-konstruktiven Systems, welches das gesamte Gebäude umfasste.

Abgestimmt auf technische Anforderungen wie z.B. Brandschutz, Schlagregenschutz, Abdichtung und Dämmung erdberührter Wände wurden ab dem Ende des 18. Jh. von einander getrennte mehrschalige Wandkonstruktionen entwickelt und gezielt angewendet.

Bis in das 19. Jh. hinein wurde die Gewölbestandsicherheit nach Kriterien beurteilt, die sich aus einer Kombination der tradierten, wenn auch widersprüchlichen Keilsteintheorien mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen ergab. Die daraus abgeleiteten Konstruktionen und Bemessungstabellen blieben wegen ihrer eingeschränkten baulichen Anwendung in der Regel unbeachtet. Während des gesamten Untersuchungszeitraums waren die Keilsteintheorien in der Praxis bedeutungslos. Die nach diesen Theorien errichteten Gewölbe wären nur mit außerordentlichem finanziellem und technischem Aufwand herstellbar gewesen. Empirische Untersuchungen belegten, dass die Keilsteintheorien nicht zutreffend waren, beispielsweise wurden die Horizontalkräfte nicht – wie bis dahin angenommen – durch die Gewölbekeile kompensiert. Die Keilsteintheorien traten zunehmend in den Hintergrund und wurden durch empirisch fundierte Theorien ersetzt. Die hergebrachte Differenzierung nach der gewölbten Fläche oder Bogen als Gewölbe und dem seitlich begrenzenden Widerlager ließ sich nicht aufrecht erhalten. Ebenso büßte der Halbkreisbogen aus Keilsteinen als Maßstab für die Gewölbestandsicherheit seine bisherige Bedeutung ein. Gestützt auf empirische Untersuchungen und Berechnungen erfolgte eine statische Zonierung der Gewölbe, die verstärkt unter Berücksichtigung von Kraft- und Lastannahmen auf die gesamte Gewölbeform übertragen wurde. Auf diese Erkenntnisse wurden Herstellungstechniken und Konstruktionen abgestimmt. Beispielsweise wurden im Gewölbescheitel gezielt leichtere Baumaterialien eingesetzt, um den entstehenden Horizontalschub zu reduzieren. Die sichere statische Beurteilung der Gewölbe erlaubte es ab dem zweiten Drittel des 19. Jh., Gewölbe mit kalkulierbarem Aufwand in allen oberirdischen Geschossen anlegen zu können. Damit konnte vor allem den gestiegenen Brandschutzforderungen entsprochen werden.

Das Gewölbe, das maßgeblich durch den Gewölbekeil definiert war, wurde infolge des Bedeutungsverlustes der Keilsteintheorien zunehmend den Decken als massive Decke zugeordnet.

Die Konstruktion der Mauern und Gewölbe unter Beachtung einwirkender Kräfte und der Auswahl in ihren Eigenschaften geeigneter Materialien führte zu sogenannten Kompositbauteilen, die sich aus unterschiedlichen Materialien zusammensetzten. Zu den wichtigsten Konstruktionen zählten die aus Stein und Eisen zusammengefügte bewehrten Mauern oder Stein-Eisen-Decken.

In einer zeitlichen Übersicht sind alle wesentlichen Herstellungstechniken sowie Mauer- und Gewölbekonstruktionen zusammengestellt, deren Anfangs- und Endzeiten fließend sind. Konkretere Festlegungen bleiben einer weiteren Forschung vorbehalten.

Der hohe gesellschaftliche und ökonomische Stellenwert technischer Anforderungen wie die des Brandschutzes oder der Standsicherheit fand ihren Ausdruck in einer größeren Beachtung der Mauer- und Gewölbekonstruktionen, einschließlich der dafür notwendigen Materialien, Gefüge und statischen Konzepte.

Dieses auf der Konstruktion basierende architektonische Verständnis stand jedoch im Widerspruch zu dem auf die antike Gestaltung ausgerichteten baukünstlerischen Verständnis. Vertreter beider Architekturauffassungen führten in der ersten Hälfte des 19. Jh. einen stark emotional geführten Architekturstreit, bei dem sich die gestalterische Bekleidung der sogenannten schönen Baukunst mit ihrer größeren gesellschaftlichen Akzeptanz durchsetzte. Es ist daher nicht verwunderlich, dass trotz der zunehmend als Standard vorausgesetzten technischen Anforderungen eine architektonische Würdigung der Konstruktion und der Bautechnik im 19. Jh. in der Regel unterblieb.

ZEITLICHE ÜBERSICHT

EINGESETZTER BZW: WEITGEHEND BEKANNTER MATERIALIEN; HERSTEL-
LUNGSTECHNIKEN SOWIE MAUER- UND GEWÖLBESTRUKTIONEN

	1700	1725	1750	1775	1800	1825	1850
je dunkler, desto bekannter, verbreiteter							
für Verbandsmauerwerke genormte Ziegelformate							
Leichtziegel		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Hohlziegel							
Lochziegel		1725	1750	1775	1800	1825	1850
feuerfeste Ziegel							
Lehmsteine		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Lehmbatzen							
Mörtelsteine		1725	1750	1775	1800	1825	1850
gespaltene Natursteine							
Feldsteine		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Kalksteine							
Lehmmörtel / Sparmörtel		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Kalkmörtel							
Gipsmörtel als fester Mörtel		1725	1750	1775	1800	1825	1850
künstl. hydraulische Mörtel							
Mischmauerwerke		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Schalmauerwerke							
geordnete, stabilisierende Verbandsmauerwerke		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Kreuzverband							
Binderverband als Zierverband		1725	1750	1775	1800	1825	1850
gotischer Verband							
gotischer Verband als Zierverband		1725	1750	1775	1800	1825	1850
mehrschalige Mauerwerke als Witterungsschutz							
Hohlmauerwerke als Feuchtigkeitsschutz		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Verblendmauerwerke							
gestampfte, geschalte Wände		1725	1750	1775	1800	1825	1850
gegossene, geschalte Wände							
Wölbung auf den Kuf		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Wölbung auf den Schwalbenschwatz							
stehende Ringschichten		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Formsteinwölbungen							
Differenzierung nach belasteten und raumteilenden Wänden		1725	1750	1775	1800	1825	1850
belastete Mittelwände							
stabilbefundene Stützmauerkonstruktionen		1725	1750	1775	1800	1825	1850
auf einwirkende Lasten abgestimmte Hohlraumkonstruktionen							
auf Lasteinwirkungen abgestimmte Wandkonstruktionen von Hochbauten durch Pfeilerverstärkungen		1725	1750	1775	1800	1825	1850
stabilisierte Mauerkonstruktionen durch aussteifende Wände oder Mauerverlauf							
eisenbewehrte Mauern		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Kompositkonstruktionen aus Eisen und Steinen							
Tonnengewölbe als vermeintlich stabilste Gewölbeform		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Kreuzgewölbe als feuersichere Gewölbeform mit nur gering angenommenen Horizontalkräften							
Segmentbogentonne als feuersicheres Gewölbe		1725	1750	1775	1800	1825	1850
kuppelartige Form als feuersichere Gewölbeform mit nur gering angenommenen Horizontalkräften							
Pendentifgewölbe als feuersichere Gewölbeform mit nur gering angenommenen Horizontalkräften		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Rippengewölbe zur standsicheren Überbrückung besonders großer Gewölbespannweiten							
Leichtgewölbekonstruktion zur Reduktion der angenommenen Horizontalkräfte		1725	1750	1775	1800	1825	1850
Flachdeckenkonstruktionen mit Segmentbogentonnen auf Holzbalcken							
Flachdeckenkonstruktionen mit Segmentbogentonnen auf Eisenträgern		1725	1750	1775	1800	1825	1850

-
- ¹Baudisch 1995, 22.
²Sturm 1699, 2.
³Schütte 1984, 19.
⁴Kroker 1971, 42.
⁵Kroker 1971, 24.
⁶Fuhlrott 1975, 25.
⁷Huth 1789 (1), 5.
⁸Huth 1789 (1), 11.
⁹Huth 1787, V.
Meinert 1796, VII.
¹⁰Mitglieder 1797, IV.
¹¹Bolenz 1991, 112.
Mitglieder 1797, V.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., Vorrede, 5.
¹²Wedek 1842, IV,V.
¹³ Mathematisches Calcul, 2000.
¹⁴ Strecke 2000.
¹⁵ Wefeld 1988.
¹⁶ Bolenz 1991.
¹⁷Schendel 1992,
Helmigk 1937,
¹⁸ Bauer 1991.
¹⁹ Schendel 1992.
²⁰ Güntzel 1988.
²¹ Kleespies 1997.
²² Mislin 1988.
²³ Eckert 1993.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

¹Helmigk 1937, 18.
Penther 1746-64. Bd. 2., Vorrede.
²Biller 1986,
³Mummenhoff 1924, 137.
⁴Berlepsch 1850, 97ff.
⁵Berlepsch 1850, 109.
⁶Wernet 1963, 124,125.
⁷Döhler o. Jg., 1,10.
⁸Wernet 1963, 124-127.
⁹Sturm 1699, 2.
Belidor 1757. Buch 1., 2.
Schendel 1992, 114.
Triest 1809. Bd. 2., XX, XXI.
Büsch 1800, 138.
BLHA: Pr.Br. Rep. 30
Berlin 30 A. Nr. 19. Acta
betr. das Bau-Wesen in
der hiesigen Residenz
1768 - 1787.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A
Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809. Brief
des Stadtraths Moser vom
18.04.1795. 1.
¹⁰Lange 1779, 232.
Döhler o. Jg., 11.
Triest 1809. Bd. 2., XX,
XXI.
Schendel 1992, 114.
GStA PK, HA. Rep 76 alt.
Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 27.
¹¹BLHA: Pr. Br. Rep. 30
A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809. 57.
Berlinische Nachrichten
Von Staats- und gelehrten
Sachen. No. 37 vom
13.03. u. 27.03.1798.
¹²Berson 1804, Vorbericht
Helmigk 1937, 19.
Sturm 1699, 2.
¹³Kaufhold 1978, 14.
¹⁴Kaufhold 1978, 227.
¹⁵Sturm 1699, 2.
¹⁶Triest 1809. Bd. 1., 13.
Schauplatz 1774, No. 13.
¹⁷GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 27.
¹⁸Rönne 1846, 361.
¹⁹Pfarr 1983, 87, 88.
²⁰Rönne 1846, 362.
²¹Rönne 1846, 363.
²²Bleichrodt 1848, 71.
²³Seiz 1792, 14.
Schütte 1984, 22.
Straub 1992, 16.
²⁴Bolenz 1991, 18.
²⁵Reinhold 1784, 185.
Bolenz 1991, 18.
²⁶Bolenz 1991, 18.
Straub 1992, 163.
²⁷Schauplatz 1783, No. 5.

Bolenz 1991, 18.
Straub 1992, 163.
²⁸Krönitz 1782, 685.
²⁹Bolenz 1991, 19.
³⁰Durand 1831. Bd. 1., 2.
Bolenz 1991, 19.
Straub 1992, 128.
³¹Meinert 1796, 12.
Krönitz 1802, 709.
³²Schütte 1984, 22.
Bolenz 1991, 19.
³³Rönne 1846, 361.
³⁴Oechslin 1977, 32.
Durand 1831. Bd. 1., 13.
Meinert 1796, 3,4,60,61.
³⁵Durand 1806, VI.
³⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 2.
Reinhold 1784, 188,189.
Schauplatz 1775, No. 4.
³⁷Seiz 1792, 14.
³⁸Meinert 1796, 5.
³⁹Schmidt 1790, 4.
⁴⁰Penther 1746-64. Bd. 2.,
1.
GStA PK, HA. Rep 76 alt.
Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. I,II.
Mebes 1931, 46.
⁴¹Roy le 1764, 12.
Schmidt 1790, 3.
Meinert 1796, 56.
Collins 1965, 29.
⁴²Bolenz 1991, 20.
⁴³Bolenz 1991, 21.
⁴⁴Huth 1790, 254, 255.
⁴⁵Oechslin 1977, 32.
Durand 1831. Bd. 1., 4.
Ritgen 1835, Vorwort.
⁴⁶Ritgen 1835, Vorwort.
⁴⁷Rondelet 1835. Bd. 4.,
238.
⁴⁸Sturm 1699, 2.
⁴⁹Huth 1789 (2), 275.
Sturm 1699, 2.
Lange 1779, 232.
Mitglieder 1797, VII.
Seiz 1792, 15.
⁵⁰Büsch 1800, 172.
⁵¹Riedel 1798, 107.
Zitelmann 1803, 98,99.
⁵²Seiz 1792, 15,22,24.
GStA PK, HA. Rep 76 alt.
Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 3.
⁵³Wernet 1963, 127.
⁵⁴Wefeld 1988, 20,32, 33.
Becker 1949, 8.
⁵⁵Zitelmann 1803, 98.
Rönne 1846, 361.
⁵⁶Zitelmann 1803, 98.
⁵⁷Meinert 1796, XI.
⁵⁸Seiz 1792, 16.
Schendel 1992, 115.
⁵⁹Wefeld 1988, 53.
Bolenz 1991, 110.
⁶⁰Meinert 1796, 14.
⁶¹Wefeld 1988, 55,56,59.
Meinert 1796, VIII.
⁶²Meinert 1796, 15.
⁶³Seiz 1792, 21.
⁶⁴Meinert 1796, VIII.
Wefeld 1988, 53.

⁶⁵Seiz 1792, 22.
Bolenz 1991, 110.
Borheck 1792. Bd. 2., 95.
Wefeld 1988, 47.
Meinert 1796, 11,12.
⁶⁶Becker 1949, 8.
⁶⁷Becker 1949, 8.
Kroker 1971, 18.
⁶⁸Dobbert 1899, 19.
Wefeld 1988, 22.
Becker 1949, 8.
Kroker 1971, 17.
⁶⁹Wefeld 1988, 25.
⁷⁰Bolenz 1991, 110,111.
Dobbert 1899, 19.
Wefeld 1988, 27.
⁷¹Wefeld 1988, 24,28.
⁷²GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. I,II.
⁷³Becker 1949, 8.
⁷⁴Bolenz 1991, 110.
Dobbert 1899, 19.
⁷⁵Dobbert 1899, 20.
⁷⁶Wefeld 1988, 48.
Becker 1949, 9.
⁷⁷Rönne 1846, 42.
Wefeld 1988, 53.
⁷⁸Wefeld 1988, 48-50.
Dobbert 1899, 20.
⁷⁹GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 22,23.
⁸⁰GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 3.
⁸¹Wefeld 1988, 62, 63.
GStA PK, HA. Rep 76 alt.
Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 3,27.
Meinert 1796, 14.
Dobbert 1899, 21.
⁸²Meinert 1796, 14.
⁸³GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. S. 3ff.
Wefeld 1988, 62, 63.
⁸⁴GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 3ff.
GStA PK, HA. Rep 76 alt.
Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 3ff.
⁸⁵GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 7.
⁸⁶GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 7.
GStA PK, HA. Rep 76 alt.
Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. Bekanntmachung in der

königl. privilegierten
Berlinische Zeitung von
Staats- und gelehrten
Sachen. 116 Stück,
dienstag, den 28ten
September 1790 51,52.
⁸⁷GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 3ff.
⁸⁸GStA PK, HA. Rep 76
alt. Abt. III No. 71
/academischer Senat/ Acte
I. 22,23. Brief Becherers
vom 8.09.1790 den
ökonomischen, den
architektonischen Unter-
richt betreffend. 44.
⁸⁹Schendel 1992, 116.
Schmitz 1925, 34.
⁹⁰Mitglieder 1797, IV.
⁹¹Wefeld 1988, 88, 89.
⁹²Rave 1932, 89.
Bolenz 1991, 112.
Becker 1949, 10.
⁹³Wefeld 1988, 62, 63.
⁹⁴Riedel 1798, 107.
⁹⁵Riedel 1798, 108.
Eytelwein 1799, 28 - 40.
Zitelmann 1803, 90-112.
⁹⁶Riedel 1798, 108.
⁹⁷Becker 1949, 10.
⁹⁸Becker 1949, 13.
Wefeld 1988, 70.
⁹⁹Rönne 1846, 46.
Wefeld 1988, 59, 60.
¹⁰⁰Beuth 1822, 381.
Bolenz 1991, 176.
¹⁰¹Becker 1949, 14,15.
¹⁰²Becker 1949, 14,15.
¹⁰³Beuth 1822, 390, 391.
¹⁰⁴Wefeld 1988, 59, 60.
¹⁰⁵Rönne 1846, 44.
¹⁰⁶Schendel 1992, 116.
Rönne 1846, 42.
¹⁰⁷Rönne 1846, 44.
¹⁰⁸Rönne 1846, 45.
¹⁰⁹Becker 1949, 13.
Wefeld 1988, 73.
¹¹⁰Wefeld 1988, 19.
¹¹¹Wefeld 1988, 19.
¹¹²Helmigk 1937, 19.
¹¹³Pauliniyi 1991, 23.
¹¹⁴Krönitz 1782, 663.
Pfarr 1983, 71.
¹¹⁵Pfarr 1983, 70.
¹¹⁶Helmigk 1937, 19.
¹¹⁷Krönitz 1782, 662, 663.
¹¹⁸Krönitz 1782, 663.
¹¹⁹Krönitz 1782, 659.
¹²⁰Krönitz 1782, 659.
¹²¹Krönitz 1782, 659.
¹²²Krönitz 1782, 657,660.
¹²³Krönitz 1782, 662.
¹²⁴Krönitz 1782, 660, 661.
¹²⁵Krönitz 1782, 661.
¹²⁶Krönitz 1782, 661.
Krönitz 1802, 730.
¹²⁷BLHA: Pr.Br.Rep. 7.
Amt Potsdam Nr. 1468.
Pfarrhaus in Langerwisch.
1.
¹²⁸BLHA: Pr.Br.Rep. 7.
Amt Potsdam Nr. 1468.

Pfarrhaus in Langerwisch.
10.

¹²⁹BLHA: Pr.Br.Rep. 7.
Amt Potsdam Nr. 1468.

Pfarrhaus in Langerwisch.
21.

¹³⁰Neumann 1935, 6.
Friederici 1799, 105.

Triest 1809. Bd. 2., XXII.
¹³¹Bleichrodt 1830. Bd. 1.,

150.
Triest 1809. Bd. 2., XXII.

Schendel 1992, 115.
¹³²Schendel 1992, 115.

¹³³Neumann 1935, 6.
Friederici 1799, 105.

Triest 1809. Bd. 2., XXII.
¹³⁴Friederici 1799, 105.

¹³⁵Schendel 1992, 112.
¹³⁶Schendel 1992, 112.

¹³⁷Heckmann 1998, 15.
¹³⁸Rönne 1846, 16.

Krünitz 1782, 676,677.
Krause 1920, 298.

Neumann 1935, 4.
¹³⁹Helmigk 1937, 19.

¹⁴⁰Rönne 1846, 15.
Krause 1920, 298.

¹⁴¹Rave 1932, 89.
¹⁴²Heckmann 1998, 13.

¹⁴³Rave 1932, 89.
¹⁴⁴Zitelmann 1803,

90,91.
Rönne 1846, 15.

¹⁴⁵Helmigk 1937, 18,20.
¹⁴⁶Zitelmann 1803,

90,91.
¹⁴⁷Meinert 1796, 11, 12.

¹⁴⁸Rave 1932, 89.
¹⁴⁹Zitelmann 1803,

92,93.
¹⁵⁰Zitelmann 1803, 93.

¹⁵¹Zitelmann 1803,
93,94.

¹⁵²Rönne 1846, 16.
Rave 1932, 89.

¹⁵³Zitelmann 1803, 91.
¹⁵⁴Zitelmann 1803,

91,101.
Becker 1949, 8.

¹⁵⁵BLHA: Pr. Br. Rep.
30 A Berlin Nr. 17. Acta

Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend

von 1795 bis 1809.
Schreiben des königl.

Preu. Ober-Bau-
Departements vom 27.

08.1795. Unterschrieben
von Seidel, Moennich,

Berson, Mencélius,
Riedel, Eytelwein u.

Zitelmann. 22.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30

A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen

Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809. 80.

¹⁵⁶Krause 1920, 298.
Helmigk 1937, 18.

¹⁵⁷Krause 1920, 298.
Rave 1932, 89.

Rönne 1846, 16.
¹⁵⁸Zitelmann 1803, 102.

¹⁵⁹Rave 1932, 89.

¹⁶⁰Rönne 1846, 22.
¹⁶¹Rave 1932, 90.

Bolenz 1991, 52.
¹⁶²Bolenz 1991, 50.

¹⁶³Rönne 1846, 23.
Bolenz 1991, 49,50.

¹⁶⁴Rönne 1846, 24.
¹⁶⁵Bolenz 1991, 50.

¹⁶⁶Rönne 1846, 24.
Bolenz 1991, 52.

Bolenz 1991, 53.
¹⁶⁷Bleichrodt 1830. Bd.

1, 150.
¹⁶⁸Ehrlich 1933, 11.

¹⁶⁹Ehrlich 1933, 9.
¹⁷⁰Ehrlich 1933, 15.

Rönne 1846, 361.
Rönne 1846, 6, 7.

¹⁷¹Reinhold 1785, 17.
¹⁷²Kuhn 1915, 565.

¹⁷³BLHA: Pr. Br. Rep.
30 A Berlin Nr. 17. Acta

Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend

von 1795 bis
1809. Cabinets Order

vom 26. 4.1749. 134,
135.

¹⁷⁴BLHA: Pr. Br. Rep.
30 A Berlin Nr. 17. Acta

Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend

von 1795 bis 1809. In
Mandatum des Policei

Directorii vom 21. Au-
gust 1751. 137, 138.

¹⁷⁵Kuhn 1915, 565.
¹⁷⁶Kuhn 1915, 565.

¹⁷⁷Schendel 1992, 118.
¹⁷⁸Kuhn 1915, 565.

¹⁷⁹Schendel 1992, 115.
BLHA: Pr. Br. Rep. 2

Dom. Reg. O 640, Fol.
112

Helmigk 1937, 19.
¹⁸⁰Krünitz 1782, 686.

¹⁸¹Krünitz 1782, 686.
¹⁸²Bolenz 1991, 82.

Rönne 1846, 7,361.
¹⁸³Rönne 1846, 361.

¹⁸⁴Krünitz 1782, 689.
¹⁸⁵BLHA: Pr. Br. Rep.

30 A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen

Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809.

Brief des Stadtraths
Moser vom 18.04.1795.

2.
¹⁸⁶BLHA: Pr. Br. Rep.

30 A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen

Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809.

83,84.
¹⁸⁷Mitglieder 1798, 93.

Triest 1809. Bd. 2.,
XXIV.

¹⁸⁸Triest 1809. Bd. 2.,
XXVI.

¹⁸⁹BLHA: Pr. Br. Rep.
30 A Berlin Nr. 17. Acta

Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend

von 1795 bis 1809. 79.
¹⁹⁰BLHA: Pr. Br. Rep.

30 A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen

Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809.

84,86,87.
¹⁹¹Mitglieder 1798, 93.

¹⁹²BLHA: Pr. Br. Rep.
30 A Berlin Nr. 17. Acta

Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend

von 1795 bis 1809. 14.
¹⁹³BLHA: Pr. Br. Rep.

30 A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen

Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809. 4.

¹⁹⁴BLHA: Pr. Br. Rep.
30 A Berlin Nr. 17. Acta

Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend

von 1795 bis 1809. 12-
13 u. Rückseite.

¹⁹⁵Mitglieder 1798, 83.
¹⁹⁶Ehrlich 1933, 25.

¹⁹⁷Kuhn 1915, 563.
Schendel 1992, 114.

Ehrlich 1933, 19.
Zitelmann 1803,

93,94,95,102.
Neumann 1935, 4,5.

¹⁹⁸Ehrlich 1933, 19,20.
¹⁹⁹Berson 1804, 43.

²⁰⁰Zitelmann 1803,
93,94,95,102.

²⁰¹Kuhn 1915, 566.
²⁰²Zitelmann 1803, 102.

Meinert 1796, 11.
²⁰³Neumann 1935, 1,2.

²⁰⁴Ehrlich 1933, 8.
Krünitz 1782, 686.

Steiner 1803, I.
²⁰⁵Schendel 1992, 117.

Rönne 1846, 7.
Zitelmann 1803,

102,103.
²⁰⁶BLHA: Pr. Br.Rep.7

Amt Potsdam 168. Edict
wegen des Auseinander-

bauens der Unterthanen
Gehöfte und Gebäude in

der Kurmark. Berlin 15.
Juni 1795. 2.

Rönne 1846, 7,410.
Schendel 1992, 117.

Kuhn 1915, 353.
²⁰⁷Berson 1804, 10.

²⁰⁸Crelle 1840 (2),
365,367,368.

²⁰⁹Penther 1746-64. Bd.
2., 10.

Manger 1785, 83.
Triest 1809. Bd. 1., 12.

²¹⁰Leopold 1759, 85.
Stieglitz 1792. Bd.

1.,297.
²¹¹Manger 1785, 41.

²¹²Helfenzrieder 1787,
22.

Borheck 1792, 88.
²¹³Triest 1809. Bd. 2.,

377.

²¹⁴Sachs 1831, 21,22.

²¹⁵Rönne 1846, 479.
²¹⁶Sturm 1699, 87.

²¹⁷Leopold 1759, 86, 87.
²¹⁸Leopold 1759, 87.

²¹⁹Goldfus 1794, 10.
²²⁰Schendel 1992, 111.

²²¹Rönne 1846, 481.
²²²Keferstein 1776, 203.

²²³Behrens 1796, 173.
Ehrlich 1933, 17.

Zitelmann 1803,
102,103.

²²⁴Izzo 1773, 97.
Helfenzrieder 1787, 446,

447.
Behrens 1796, 174.

Gilly 1798 (1), 108.
Gilly 1799 (1), 31.

Behrens 1796, 194.
Förster 1836 (1), 13.

²²⁵Berson 1797, 122,123.
²²⁶Borheck 1792, 88.

²²⁷Goldmann 1699. Buch
1., 26.

²²⁸Goldmann 1699. Buch
1., 71.

²²⁹Zitelmann 1803,
102,103.

Gilly 1799 (2), 114.
Gilly 1798 (1), 106,107.

Triest 1809. Bd. 2., 377.
Rudolph 1829, 76.

Wolfarm 1838, 43.
Romberg 1838, 11,12.

²³⁰Gilly 1798 (1), 108.
Berson 1804, 6.

Crelle 1843, 14.
²³¹Meinert 1796, 89.

²³²Goldmann 1699. Buch
1., 26.

²³³BLHA: Pr. Br. Rep.
30 A Berlin Nr. 17. Acta

Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend

von 1795 bis 1809. 138.
²³⁴Stieglitz 1792. Bd.

1.,297.
²³⁵Meinert 1797, 403.

²³⁶Bode 1804, 76.
²³⁷Meinert 1797, 384.

²³⁸Sturm 1745, 4.
²³⁹BLHA: Pr. Br. Rep.

30 A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen

Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809.

143,144.
²⁴⁰Gilly 1798 (1), 107.

²⁴¹Meinert 1797, 403.
²⁴²Gilly 1798 (1), 107.

Gilly 1799 (2), 114.
²⁴³Goldmann 1699. Buch

1., 25.
Goldmann 1699. Buch

3., 119.
²⁴⁴Sturm 1699, 138.

²⁴⁵Sturm 1745, 26.
²⁴⁶Stieglitz 1792. Bd. 2.,

142.
²⁴⁷Manger 1785, 144.

Meinert 1797, 448,
449,499,526, 527.

Leopold 1759, 131.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

- Angermann 1766, 222.
Catel 1802, 37.
Bode 1804, 65.
²⁴⁸BLHA: Pr. Br. Rep.
30 Berlin A. Nr. 22.,
Acta Maltz Darren
betreffend. Rückseite 20.
²⁴⁹BLHA: Pr. Br. Rep.
30 Berlin A. Nr. 22.,
Acta Maltz Darren
betreffend. 16.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30
Berlin A. Nr. 22., Acta
Maltz Darren betreffend.
1.
²⁵⁰Crelle 1840 (2), 369.
²⁵¹Gilly 1798 (1), 106.
²⁵²Wolfram 1818,
196,201.
²⁵³Hoffmann 1845, 167.
Wedek 1849, 85.
²⁵⁴Catel 1802, 39.
²⁵⁵Hoffmann 1845, 167.
²⁵⁶Menzel 1844 (1),
239,240.
Hoffmann 1845, 167.
²⁵⁷Stieglitz 1792. Bd.
1.,548.
Durand 1831. Bd. 1., 28.
Steiner 1803, 37.
Rommerdt 1828, 149.
Gilly 1798 (1), 106.
²⁵⁸Mielke 1981, 29.
Heckmann 1998, 11-
26,56.
²⁵⁹Heckmann 1998, 62.
²⁶⁰Manger 1785, 40.
Simon 1806, 91,92,93.
Redelykheid 1788, 52-
59.
Meinert 1796, 256.
Rommerdt 1828, 40,41.
²⁶¹Steiner 1803, 33.
²⁶²Simon 1806, 92,93.
²⁶³Peschken 1968, 21.
²⁶⁴Manger 1785, 35.
²⁶⁵Berson 1804, Vorbe-
richt.
²⁶⁶Leopold 1759, 8,9.
Manger 1785, 16.
Goldfus 1794, 7,9.
Meinert 1796, 89 - 91.
Zitelmann 1803, 95.
²⁶⁷Triest 1809. Bd. 1.,
XVIII.
Zitelmann 1803, 95.
²⁶⁸Sammlung 1798 (1),
96.
²⁶⁹Schendel 1992, 114.
²⁷⁰Lange 1779, 290, 291.
²⁷¹Triest 1809. Bd. 1.,
48.
Gilly 1797, 47.
²⁷²Bartmann-Kompa
1990, 32.
²⁷³Manger 1785, 100.
Gilly 1797, 47.
²⁷⁴Gilly 1787, 3.
Friederici 1799, 99.
Gilly 1790, 10,11.
²⁷⁵Manger 1785, 100.
Gilly 1799 (2), 113.
²⁷⁶Schmidt 1794, 1.
²⁷⁷Krönitz 1796, 104.
- Landgrebe 1846, 197.
Goldfus 1794, 34.
²⁷⁸Bauer 1991,
²⁷⁹Reichs-Anzeiger 1795
Bd. 1. No. 133. v.
13.06.1795, 1309.
²⁸⁰Hundt 1811, 4.
²⁸¹Böthcke 1795, Einlei-
tung 2.
²⁸²Reichs-Anzeiger 1795
Bd. 1. No. 133. v.
13.06.1795,1309.
Friederici 1799, 103.
Penther 1746-64. T. 1.,
28.
Bode 1804, 54.
²⁸³Vitruvius 1548,
CXXXIX.
²⁸⁴Lange 1779, 173, 174.
²⁸⁵Penther 1746-64. T.
1., 28.
²⁸⁶Landgrebe 1846, 197.
²⁸⁷Manger 1785, 98.
Keferstein 1776, 223.
²⁸⁸Gilly 1799 (2), 114.
Triest 1809. Bd. 1., 80.
Dalberg 1792, 5.
Wolfram 1818, 153.
²⁸⁹Triest 1809. Bd. 1.,
98.
Manger 1785, 104.
Menzel 1847, 46.
Triest 1809. Bd. 1.,
80,97.
Keferstein 1776, 209.
Holsche 1777, 93, 94.
²⁹⁰Friederici 1799, 100.
Catel 1808, 14.
Rommerdt 1828, 174.
Schendel 1992, 118.
²⁹¹Meinert 1797, 480.
Dalberg 1792, 5.
²⁹²Triest 1809. Bd. 1.,
98.
Rödlisch 1826, 8.
Leopold 1759, 75.
Dalberg 1792, 5.
Gilly 1790, 4.
Gilly 1800 (1) Bd. 1.,
275.
Friederici 1799, 98,99.
Menzel 1837, 6.
²⁹³Gilly 1798 (1), 108.
Böthcke 1795, Vorrede,
Einleitung 1,2.
Schendel 1992, 120.
²⁹⁴Gilly 1799 (2), 113.
²⁹⁵Triest 1809. Bd. 1.,
97.
²⁹⁶Lange 1779, 158,159.
²⁹⁷Hinweis durch C.
Ziegert. TU Berlin
²⁹⁸Triest 1809. Bd. 1.,
97.
²⁹⁹Goldfus 1794, 17.
³⁰⁰Lange 1779, 158.
³⁰¹Zitelmann 1803, 95.
³⁰²Krönitz 1796, 225 -
227.
³⁰³Gilly 1831. Bd. 1., 63.
³⁰⁴Reichs-Anzeiger 1795
Bd. 1. No. 40. v.
17.02.1795, 377 ff.
Hirt 1809, 146.
- Krönitz 1796, 193.
Meinert 1796, 206.
Triest 1809. Bd. 1., 95.
Gernrath 1825. Bd. 1.,
67.
Schendel 1992, 118.
Cointereaux 1803, 38.
³⁰⁵Gilly 1799 (1), 28.
Felbiger 1783, 56-59.
Meinert 1796, 452.
Ashurst 1995, 87,88.
³⁰⁶Ziegler 1776, 11.
³⁰⁷Triest 1809. Bd. 1.,
162.
Meinert 1796, 451.
³⁰⁸Haldin 1796, 206.
Haldinn 1792, 28,29,30.
Meinert 1796, 202.
Milizia 1824. Bd. 3.,
120.
³⁰⁹Haldinn 1792, 28.
Meinert 1797, 69.
³¹⁰Vicat 1821, 292.
³¹¹Manger 1785, 106.
³¹²Triest 1809. Bd. 1.,
166.
Wolfram 1833 (2),
43,44.
³¹³Meinert 1796, 452.
³¹⁴Felbiger 1783, 56-59.
Wiebeking 1826, 273.
³¹⁵Gilly 1805 (2), 106-
108.
³¹⁶Hirt 1809, 146.
Meinert 1796, 206.
Krönitz 1796, 116.
³¹⁷Gilly 1805 (2), 107.
³¹⁸Meyer 1850, 1249.
³¹⁹Meinert 1796, 445.
³²⁰Gilly 1799 (1), 28.
³²¹Gilly 1805 (2), 106-
108.
³²²Goldfus 1794, 32.
Gilly 1787, 21.
³²³Gilly 1799 (1), 28.
Triest 1809. Bd. 1., 81.
Steiner 1803, 10.
Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
35.
Catel 1808, 15.
Lammert 1964, 10.
³²⁴Böthcke 1795, 24.
Dalberg 1792, 5.
³²⁵Hirt 1809, 147.
Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
35.
Triest 1809. Bd. 1., 96.
³²⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
29,35.
Gilly 1799 (1), 20,21.
Triest 1809. Bd. 1., 90.
³²⁷Meinert 1796, 439.
Sachs 1825, 37,60.
³²⁸Hirt 1809, 147.
Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
35.
Triest 1809. Bd. 1., 96.
³²⁹Gilly 1831. Bd. 1., 63.
³³⁰Triest 1809. Bd. 1.,
92.
Gilly 1831. Bd. 1., 64.
³³¹Sachs 1825, 5.
³³²Sachs 1825, 108.
³³³Sachs 1825, 4.
- ³³⁴Breymann 1856,
30,31.
³³⁵Rödlisch 1826, 28.
Haegermann 1964, 14,
20.
³³⁶Breymann 1856,
30,31.
³³⁷Krafft 1846, 381.
Menzel 1847, 120.
Engel 1847, 9-10,11.
³³⁸Engel 1847, 9-10.
³³⁹Menzel 1847, 120.
³⁴⁰Engel 1847, 9-10.
Engel 1849, 17.
³⁴¹Engel 1849, 19.
³⁴²Engel 1849, 19.
³⁴³Braun 1830, 113.
³⁴⁴Engel 1847, 14.
³⁴⁵Goldmann 1699. Buch
1., 67.
³⁴⁶Dalberg 1792, 5.
³⁴⁷Triest 1809. Bd. 1.,
81,98.
³⁴⁸Gilly 1799 (1), 27.
Triest 1809. Bd. 1., 99.
³⁴⁹Bode 1804, 54.
Reichs-Anzeiger 1795
Bd. 1. No. 40. v.
17.02.1795, 377 ff.
Gilly 1790, 4.
Peterson 1797, 178.
Böthcke 1795, 24.
³⁵⁰Krönitz 1796, 187.
³⁵¹Gilly 1790, 14.
³⁵²Dalberg 1792, 11.
³⁵³Gilly 1790, 12.
³⁵⁴Gilly 1790, 12.
³⁵⁵Gilly 1831. Bd. 1., 62.
³⁵⁶Reichs-Anzeiger
1795 Bd. 1. No. 135. v.
16.06.1795. 1333.
³⁵⁷Krönitz 1796,
104,105.
³⁵⁸Schendel 1992, 118.
³⁵⁹Zitelmann 1803, 96.
³⁶⁰BLHA: Pr.Br.Rep. 7.
Amt Potsdam Nr. 1468.
Pfarrhaus in Langer-
wisch. 2.
³⁶¹Zitelmann 1803, 96.
³⁶²Schendel 1992, 118.
³⁶³Meinert 1796, 436.
Gilly 1799 (1), 20,21.
Gilly 1790, 4.
Catel 1808, 14.
Lammert 1964, 10.
Landgrebe 1846, 197.
³⁶⁴Gilly 1799 (2), 114.
³⁶⁵Krönitz 1796, 257.
³⁶⁶Krönitz 1796, 258,
259.
³⁶⁷Faerber 1920, 177.
Friederici 1799, 103.
Lammert 1964, 10.
³⁶⁸Gilly 1799 (1), 19.
Triest 1809. Bd. 1.,
39,48.
Manger 1785, 98.
Sachs 1831, 20,21.
Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
281.
Menzel 1847, 14,15.
³⁶⁹Triest 1809. Bd. 1.,
50.

- ³⁷⁰Accum 1826. Bd. 1., 250.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192, 193.
³⁷¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 225.
³⁷²Gilly 1797, 47.
³⁷³GStA PK: HA. Rep 76 alt. Abt. III No. 71 /academischer Senat/ Acte I. I,II.
³⁷⁴GStA PK: HA. Rep 76 alt. Abt. III No. 71 /academischer Senat/ Acte I. I,II.
³⁷⁵Schauplatz 1775, 4.
³⁷⁶Zitelmann 1803, 92, 93.
³⁷⁷Meinert 1796, 4.
³⁷⁸Meinert 1796, VIII, 4.
³⁷⁹Behrens 1796, Vorbericht.
³⁸⁰Manger 1785, 4.
³⁸¹Meinert 1796, 6.
³⁸²Zitelmann 1803, 92, 93.
³⁸³Perrault 1757, 9.
Schmidt 1790, 3.
Suckow 1781, 2.
Krünitz 1782, 603.
Durand 1806, 1, 2.
Durand 1831. Bd. 1., 1.
Heigelin 1828, 9.
Rommerdt 1828, 28, 92, 93.
³⁸⁴Schauplatz 1775, 4.
Meinert 1796, 5.
³⁸⁵Zitelmann 1803, 92, 93.
Behrens 1796, Vorbericht.
Meinert 1796, 8.
³⁸⁶Durand 1806, 2.
Suckow 1781, 2.
Gernrath 1825. Bd. 1., 2.
³⁸⁷Meinert 1796, 87.
Durand 1806, 3.
Durand 1831. Bd. 1., 3.
N.N. 1776, 45.
Gernrath 1825. Bd. 1., 3.
Hatzel 1849, 133.
³⁸⁸Suckow 1781, 2.
³⁸⁹N.N. 1776, 25.
³⁹⁰Dobbert 1899, 21.
³⁹¹Bolenz 1991, 116.
³⁹²Schauplatz 1775, 4.
Sammlung 1799 (1), 3
Hirt 1809, V, VI.
Kruft 1985, 140.
Schumacher 1982, 20, 22.
Baumgart 1953, 70.
³⁹³Penther 1746-64. Bd. 2., 1.
Meinert 1796, 55, 70.
Succov 1751, 11.
Suckow 1781, 4, 6, 12.
Gernrath 1825. Bd. 1., 2.
Izzo 1773, 6.
Vitruvius 1987, 26.
Goldmann 1699. Buch 1., 24.
³⁹⁴Hirt 1809, 37.
³⁹⁵Hirt 1809, 22.
- ³⁹⁶Roy le 1763, 6.
³⁹⁷Meinert 1796, 67.
³⁹⁸Succov 1751, 11.
Suckow 1781, 5, 10, 11, 12.
Meinert 1796, 68, 69, 71.
Brönnert 1987, 23.
³⁹⁹Stieglitz 1805, 7.
⁴⁰⁰Sammlung 1799 (1), 3.
Hirt 1809, XII, 139.
Mebes 1931, 33.
⁴⁰¹Bolenz 1991, 114, 115.
Gernrath 1825. Bd. 1., 2, 3.
Rönne 1846, 43.
⁴⁰²Mebes 1931, 27, 56.
⁴⁰³Hirt 1809, 36.
⁴⁰⁴Bothe 1987, 13, 14.
⁴⁰⁵Rave 1932, 89.
⁴⁰⁶Rönne 1846, 23, 42.
⁴⁰⁷Becker 1949, 12.
⁴⁰⁸Bolenz 1991, 114, 115.
⁴⁰⁹Becker 1949, 12.
Rönne 1846, 43.
⁴¹⁰Schendel 1992, 116.
Rönne 1846, 42, 44.
⁴¹¹Breymann 1856, 1.
⁴¹²Sturm 1699. 1. Ausüb.
⁴¹³Sturm 1699. 1. Ausüb.
2.
Schmidt 1790, 4.
⁴¹⁴Polhem 1739, 190.
⁴¹⁵Sturm 1911, 65, 67, 79-91.
⁴¹⁶Sturm 1911, 102.
⁴¹⁷Sturm 1911, 106.
⁴¹⁸Sturm 1911, 107.
⁴¹⁹Sturm 1911, 139.
⁴²⁰Sturm 1911, 97, 113, 119.
Wieleitner 1911, 106.
⁴²¹Belidor 1757. Buch 1., 2.
Müller 1984, 94, 97.
Kruft 1985, 157.
Straub 1992, 161.
⁴²²Meinert 1796, 18.
⁴²³Redelykheid 1788, 1.
Behrens 1796, Vorbericht.
Suckow 1781, 1.
Gernrath 1825. Bd. 1., 1, 2.
Rondelet 1835. Bd. 4., 1, 2.
Hoffmann 1845, 167.
Hatzel 1849, 133.
Perrault 1757, 20, 21.
Schütte 1984, 19.
⁴²⁴Redelykheid 1788, Vorbericht Übersetzer 2.
Schütte 1984, 19.
Angermann 1766, 131.
⁴²⁵Redelykheid 1788, 4.
⁴²⁶Hatzel 1849, 133.
⁴²⁷Kroker 1971, 9, 13, 14, 51.
⁴²⁸Mitglieder 1797, IV.
⁴²⁹Meinert 1796, 10.
Angermann 1766, Vorbemerkung.
⁴³⁰Meinert 1796, 4, 71. ff.
- Roy le 1763, 2, 3.
Menzel 1845, 3.
Moller 1815, 5.
Riedel 1797 (1), 13.
⁴³¹Leopold 1759, 3, 5.
Behrens 1796, Vorbericht.
Meinert 1796, 55, 60.
Krubsacius 1786, 3.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 5.
Schütte 1984, 21.
Durand 1806, 3.
⁴³²Meinert 1796, 87.
⁴³³Straub 1992, 165.
⁴³⁴Müller 1975, 95.
⁴³⁵Müller 1975, 94.
⁴³⁶Ziegler 1776,
⁴³⁷Sandart 1679. 1 T., 4.
⁴³⁸Straub 1992, 149, 151.
⁴³⁹Straub 1992, 154.
⁴⁴⁰Triest 1809. Bd. 2., 393.
Straub 1992, 154.
⁴⁴¹Succov 1751, 9.
Suckow 1781, 10.
Leopold 1759, 72.
⁴⁴²Ziegler 1776, 4.
Pöllnitz 1795, 6.
Simon 1799, 97.
Meinert 1796, 252-254.
Tredgold 1821, 101, 102.
Bolenz 1991, 29.
Straub 1992, 147, 149, 151, 152, 154.
⁴⁴³Meerwein 1792, 220.
Packh 1831, 6.
Gilly 1790, 10.
Haldin 1796, 206.
Wedek 1842, 181.
⁴⁴⁴Meerwein 1792, 219, 221.
⁴⁴⁵Triest 1809. Bd. 2., 393.
Straub 1992, 147, 149, 151, 152, 154.
Tredgold 1821, 99, 101, 102.
Navier 1851, XVI.
Simon 1799, 97.
Menzel 1847, 10.
Pöllnitz 1795, 6.
Bolenz 1991, 29.
Meinert 1796, 248, 252-254.
Ziegler 1776, 4.
Accum 1826. Bd. 1., 250, 253.
⁴⁴⁶Schauplatz 1776, 40.
⁴⁴⁷Gilly 1831. Bd. 1., 53.
⁴⁴⁸Beise 1836, 89, 91
⁴⁴⁹Gilly 1831. Bd. 1., 57, 58.
⁴⁵⁰Beise 1836, 89, 91.
⁴⁵¹Beise 1836, 95.
⁴⁵²Beise 1836, 93.
⁴⁵³Beise 1836, 94, 95.
⁴⁵⁴Gilly 1831. Bd. 1., 54, 55.
⁴⁵⁵Gilly 1831. Bd. 1., 56, 57.
⁴⁵⁶Gilly 1831. Bd. 1., 57.
⁴⁵⁷Gilly 1831. Bd. 1., 57.
- ⁴⁵⁷Menzel 1847, 11.
⁴⁵⁸Breymann 1856, 190.
⁴⁵⁹Breymann 1856, 192.
⁴⁶⁰Wolfram 1818, 254.
Sachs 1831. Teil 2., 24.
⁴⁶¹Breymann 1856, 192.
⁴⁶²Ziegler 1776, 3.
⁴⁶³Moller 1815, 17.
Wolfram 1818, 255.
⁴⁶⁴Collins 1965, 31.
Roy le 1764, 12.
Ziegler 1776, Vorrede.
Moller 1815, Vorwort 3 ff.
Patte 1769, 69.
Schumacher 1982, 20.
⁴⁶⁵Helfenzrieder 1787, 84.
⁴⁶⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 201.
Wedek 1849, 51.
Helfenzrieder 1787, 81, 85, 86.
⁴⁶⁷Gernrath 1825. Bd. 1., 1.
⁴⁶⁸Daviler 1699, 208.
⁴⁶⁹Moller 1815, Vorwort 6. u. 18.
Peschen 1979, 44.
⁴⁷⁰Hirt 1809, XII.
⁴⁷¹Moller 1815, Vorwort 6.
⁴⁷²Weinlig 1789, 81.
Hatzel 1849, 158.
Peschen 1979, 52.
⁴⁷³Ziegler 1776, Vorrede.
Hirt 1809, XIII.
Moller 1815, 8.
⁴⁷⁴Daviler 1699, 207.
⁴⁷⁵Büsch 1800, 68.
⁴⁷⁶Menzel 1847, 105.
Ziegler 1776, 6, 28.
Suckow 1781, 49.
Krünitz 1802, 495.
Huth 1790, 205.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 8.
Rondelet 1834. Bd. 2., 294.
Izzo 1773, 14, 15.
Linke 1850, 45.
Breymann 1856, 188, 191.
Forster 1782, 18
Wolfram 1838, 54.
Helfenzrieder 1787, 85, 86.
Meinert 1796, 58,
59, 218, 219, 251.
Rommerdt 1828, 79.
Wolfram 1818, 131.
⁴⁷⁷Hirt 1809, 36.
⁴⁷⁸Rudolph 1829, 4.
⁴⁷⁹Ritgen 1835, Vorwort.
Schmidt 1790, 3.
Romberg 1837, 64, 65.
Romberg 1848, 12.
Hatzel 1849, 132, 133.
Peschen 1968, 21, 29.
⁴⁸⁰Ritgen 1835, Vorwort.
⁴⁸¹Romberg 1837, VII.
⁴⁸²Romberg 1837, VII.
⁴⁸³Hirt 1809, XII, 22.

2. GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER ÜBERBLICK

- Mebes 1931, 27.
Baumgart 1953, 70.
Bolenz 1991, 115.
Ritgen 1835, Vorwort.
Kruft 1985, 145.
Peschen 1979, 28,30.
⁴⁸⁴ Romberg 1848, 12,13.
⁴⁸⁵ Romberg 1848, 10,11.
⁴⁸⁶ Romberg 1842 (1), 155.
⁴⁸⁷ Schmidt 1790, 3.
Tappe 1818, 8.
Ritgen 1835, Vorwort.
Collins 1965, 29.
Peschen 1979, 28.
Durand 1806, 3.
Wolfram 1818, 271.
Gernrath 1825. Bd. 1., 3,4.
Moller Heft I. o. Jg., I.
Breyman 1856, 1.
Hatzel 1849, 133.
Bolenz 1991, 116.
⁴⁸⁸ Romberg 1842 (1), 154.
⁴⁸⁹ Laugier 1758, 102,103.
Meinert 1796, 18,
⁴⁹⁰ Milizia 1824. Bd. 3., 5.
⁴⁹¹ Gilly 1800 (1). Bd. 1., 5.
⁴⁹² Suckow 1781, 5.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., Vorrede. 8.
Milizia 1824. Bd. 3., 1.
Roy le 1764, 5,6.
Wolfram 1818, 271.
Schmidt 1790, 3.
⁴⁹³ Romberg 1842 (2), 193.
Romberg 1837, 64,65.
Peschen 1968, 21.
⁴⁹⁴ Moller 1815, 6.
Hatzel 1849, 132,133.
Romberg 1842 (1), 154.
Romberg 1848, 11.
Peschen 1979, 58.
⁴⁹⁵ Schmidt 1790, 10.
⁴⁹⁶ Penther 1746-64. Bd. 2., 1.
⁴⁹⁷ Berson 1804, 44.
Izzo 1773, 187.
⁴⁹⁸ Goldmann 1699. Buch 1., 126.
Voch 1780 (1), 18.
Succov 1751, 135,140.
Suckow 1781, 162,168.
Berson 1804, Vorbericht.
Meinert 1797, 225,241.
⁴⁹⁹ Angermann 1766, 237.
Schmidt 1790, 26.
Rudolph 1829, 146.
⁵⁰⁰ Schübler 1732, 10.
Succov 1751, 140.
Suckow 1781, 168.
⁵⁰¹ Succov 1751, 135,143.
Suckow 1781, 162,170.
Izzo 1773, 185,186.
Schmidt 1794, 19.
⁵⁰² Meinert 1796, 70.
⁵⁰³ Meinert 1797, 240.
⁵⁰⁴ Schmidt 1790, 11.
⁵⁰⁵ Schmidt 1794, 20, 21.
Berson 1804, 3.
⁵⁰⁶ Schübler 1732, 10.
Büsch 1800, 373.
⁵⁰⁷ Sturm 1745, 29.
⁵⁰⁸ Succov 1751, 141.
Suckow 1781, 168.
⁵⁰⁹ Succov 1751, 143.
Suckow 1781, 170.
Meinert 1797, 240.
⁵¹⁰ Schübler 1732, 10.
Penther 1746-64 Bd. 2., 17.
Schmidt 1790, 11.
⁵¹¹ Succov 1751, 141.
Suckow 1781, 168.
⁵¹² Succov 1751, 140,142.
Suckow 1781, 168,169.
⁵¹³ Mitglieder 1798, 84.
⁵¹⁴ Gilly 1799 (1), 64-99.
Riedel 1803, 4.
Berson 1804, Mitglieder 1800, 121.
Kuhn 1915, 568, 569.
Eytelwein 1831, 121,122.
Gilly 1799 (1), 73,74.
Krünitz 1802, 728.
⁵¹⁵ Huth 1790, 247.
Meinert 1797, 240.
⁵¹⁶ Goldmann 1699. Buch 4., 147,148.
Schübler 1732, 23.
N.N. 1736, 3.
Sturm 1745, 29.
⁵¹⁷ Vitruvius 1548, LV, LVI.
Vitruvius 1987, 209.
Schübler 1732, 15.
⁵¹⁸ Goldmann 1699. Buch 1., 27.
Meinert 1796, 62.
Durand 1831. Bd.1., 4.
⁵¹⁹ Vitruvius 1548, CLXXVII.
⁵²⁰ Vitruvius 1548, CLXXVII.
⁵²¹ Filarete 1890, 268.
⁵²² Goldmann 1699. Buch 4., 130.
⁵²³ Goldmann 1699. Buch 3., 119.
⁵²⁴ Sturm 1745, 27,29.
⁵²⁵ Laugier 1758, 4.
⁵²⁶ Meinert 1796, 62.
Gilly 1799 (1), 17.
Riedel 1803, 5.
⁵²⁷ Flaminus 1836 (1), 4.
⁵²⁸ Rimann 1833, 306,310.
⁵²⁹ Bandhauer 1836, 86,88.
⁵³⁰ Krünitz 1782, 662,663.
⁵³¹ Kuhn 1915, 565.
Schendel 1992, 112.
⁵³² Ehrlich 1933, 19.
⁵³³ Kuhn 1915, 568,569,570,585,587 ff.
Pfarr 1983, 76.
Riedel 1803, 4, 5, 7.
⁵³⁴ Zitelmann 1803, 103.
Gilly 1799 (1), 73,74.
⁵³⁵ Mitglieder 1800, 121.
Kuhn 1915, 568, 569,585.
Riedel 1803, 4.
Eytelwein 1831, 121,122.
Gilly 1799 (1), 73,74.
Krünitz 1802, 728.
⁵³⁶ Zitelmann 1803, 103.
⁵³⁷ Zitelmann 1803, 95.
⁵³⁸ Zitelmann 1803, 104.
⁵³⁹ Zitelmann 1803, 103.
Gilly 1799 (1), 73,74.
⁵⁴⁰ Gilly 1800 (1), 5.
Riedel 1803, 1.
Zitelmann 1803, 95.
Penther 1746-64 Bd. 2., 40.
Kuhn 1915, 568, 569.
Helmigk 1937, 21 - 23.
⁵⁴¹ Mathematisches Calcul, 2000, 124-126.
⁵⁴² Berson 1804, 97,98.
⁵⁴³ Zitelmann 1803, 97,98.
⁵⁴⁴ Gilly 1790, 17.
⁵⁴⁵ Meinert 1797, 49.
⁵⁴⁶ Heigelin 1828, 149.
⁵⁴⁷ Leopold 1759, 73.
Meinert 1796, 87.
⁵⁴⁸ Kroker 1971, 9.
⁵⁴⁹ Meinert 1796, 87.
⁵⁵⁰ Manger 1785, 5-8.
Lange 1779, Vorrede.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., Vorrede.
Meinert 1796, 83.
⁵⁵¹ Schütte 1795, 6.
⁵⁵² Lange 1779, 40 ff.
Huth 1787, 80 ff.
Schütte 1795, 3,6.
Gilly 1799 (1), V.
Leopold 1759, 4,5.
Manger 1785, 3.
⁵⁵³ Colberg 1792, 3.
⁵⁵⁴ Colberg 1792, 45-46.
⁵⁵⁵ Colberg 1792, 4-11,46.
⁵⁵⁶ Riedel 1803, 2.
Riedel 1803, 4, 5.
Krünitz 1802, 728.
⁵⁵⁷ Meinert 1796, 61,70.
Meinert 1797, 241.
Riedel 1797 (1), 13.
Büsch 1800, 300,375.
Rommerdt 1828, 99.
⁵⁵⁸ N.N. 1776, 45.
⁵⁵⁹ Angermann 1766, 191.
⁵⁶⁰ Behrens 1796, Vorbericht.
⁵⁶¹ Kuhn 1915, 568,569.
Berson 1804, 2.
⁵⁶² Berson 1804, VII, 5, 9.
⁵⁶³ Zitelmann 1803, 94.
⁵⁶⁴ Zitelmann 1803, 94.
⁵⁶⁵ GStA PK: HA. Rep 76 alt. Abt. III No. 71 /academischer Senat/ Acte I., 111. Berlinische Nachrichten von Staats- und gelehrten Sachen. No. 34, Dienstag, den 20 März 1792. / Wiederholung S. 118. Berlinische Nachrichten No. 128. Donnerstag 25. Oktober 1792.
⁵⁶⁶ Schinkel 1835, Manger 1860,
⁵⁶⁷ Schmidt 1790, 5.
⁵⁶⁸ Goldmann 1699. Buch 1., 9.
⁵⁶⁹ Schübler 1732, 10,11.
⁵⁷⁰ BLHA: Pr.Br. Rep. 30 Berlin 30 A. Nr. 16 Acta betr. das Bau-Wesen in der hiesigen Residenz 1769 bis 1797., 106.
⁵⁷¹ Huth 1787, IX.
⁵⁷² BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. Brief des Stadtraths Moser vom 18.04.1795. 3.
⁵⁷³ BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. Brief des Stadtraths Moser vom 18.04.1795., 3.
⁵⁷⁴ BLHA: Pr.Br.Rep. 7. Amt Potsdam Nr. 1468. Pfarrhaus in Langerwisch., 2
⁵⁷⁵ Meinert 1796, 96, 97.
⁵⁷⁶ Angermann 1766, 222.
Manger 1785, 144.
Bode 1804, 65.
J.G.M. 1760, 45.
Meinert 1797, 10.
⁵⁷⁷ Leopold 1759, 109.
Angermann 1766, 222.
Manger 1785, 144.
Meinert 1797, 607.
Bode 1804, 65.
⁵⁷⁸ Keferstein 1776, 170.
⁵⁷⁹ Daviler 1699, 210.
Gilly 1800 (1) Bd. 1., 209.
Wolfram 1818, 196.
⁵⁸⁰ Bode 1804, 84.
Romberg 1838, 35.
⁵⁸¹ Borheck 1792. Bd. 2., 90.
⁵⁸² Lange 1779, 143.
Helfenzrieder 1787, 221.
Keferstein 1776, 170.
⁵⁸³ Sturm 1745, 27.
⁵⁸⁴ J.G.M. 1760, 22.
Meinert 1796, 378.
Rudolph 1829, 80.
Menzel 1847, 71.
Rommerdt 1828, 140.
Helfenzrieder 1787, 221.
Nöthige 1732, 7.
Wolfram 1818, 160.
⁵⁸⁵ Manger 1785, 147.
⁵⁸⁶ Nöthige 1732, 6.

- ⁵⁸⁷J.G.M. 1760, 46.
⁵⁸⁸Manger 1785, 81.
 Meinert 1796, 203, 204.
 Gilly 1800 (1) Bd. 1., 141.
 Hampel 1831, 4.
⁵⁸⁹Meinert 1796, 203, 204.
 Gilly 1800 (1) Bd. 1., 141.
⁵⁹⁰Meinert 1797, 63, 64.
⁵⁹¹Förster 1851, 356, 357.
⁵⁹²Nöthige 1732, 4.
 J.G.M. 1760, 17, 22.
 Meinert 1796, 378.
 Meinert 1797, 64, 65.
 Schmidt 1790, 51, 52.
 Angermann 1766, 202.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 184.
⁵⁹³Reinhold 1784, 205.
 Lange 1779, 145.
 Manger 1785, 146.
 Wedeke 1849, 82.
⁵⁹⁴Reinhold 1784, 205.
⁵⁹⁵Berson 1804, 21.
⁵⁹⁶Meinert 1797, 62.
⁵⁹⁷Meinert 1797, 67.
⁵⁹⁸Lange 1779, 145.
 Keferstein 1776, 169.
 Meinert 1797, 67, 448, 449.
 Bode 1804, 65.
 Gilly 1800 (1) Bd. 1., 210.
 Gilly 1799 (1), 17.
 Berson 1804, 9.
 Rommerdt 1828, 132.
 Triest 1809. Bd. 2., 406.
⁵⁹⁹Meinert 1797, 67.
⁶⁰⁰Voch 1780 (1), 35.
⁶⁰¹J.G.M. 1760, 45, 46.
⁶⁰²Bleichrodt 1848, 149.
 Krünitz 1788, 335.
 Schmidt 1794, 12.
 Sax 1807, 64.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 439.
 Suckow 1781, 60.
 Borheck 1792. Bd. 2., 91.
 Bode 1804, 65.
 Wiebeking 1826, 236.
⁶⁰³Gilly 1800 (1) Bd. 1., 211.
⁶⁰⁴Manger 1785, 145.
 Gilly 1800 (1) Bd. 1., 211.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 131.
⁶⁰⁵Belidor 1757. Buch 2., 25.
 Suckow 1781, 57.
 Borheck 1792. Bd. 2., 92.
⁶⁰⁶Triest 1809. Bd. 2., 407.
⁶⁰⁷Sturm 1745, 5.
⁶⁰⁸Rudolph 1829, 102.
⁶⁰⁹Goldmann 1699. Buch 1., 66.
 Rudolph 1829, 102.
⁶¹⁰Manger 1785, 145.
 Gilly 1800 (1) Bd. 1., 211.
 Meinert 1797, 10, 18-19.
 Schinkel 1835, 7.
⁶¹¹Schmidt 1790, 51.
 Meinert 1797, 62.
 Krünitz 1802, 738.
⁶¹²Menzel 1835, 303.
 Romberg 1838, 36.
 Menzel 1866 (2), 10.
⁶¹³Krünitz 1802, 738.
⁶¹⁴Meinert 1797, 18-19, 67, 607.
 Mitglieder 1798, 86.
 Gilly 1799 (1), 17.
 Triest 1809. Bd. 1., 144.
 Triest 1809. Bd. 2., 406.
 Rudolph 1829, 102.
 Rommerdt 1828, 132.
 Menzel 1847, 192-197.
⁶¹⁵Borheck 1792. Bd. 2., 95.
 Meinert 1797, 12, 448, 449.
⁶¹⁶Meinert 1797, 67.
⁶¹⁷Lange 1779, 148.
 Meinert 1797, 67.
⁶¹⁸Bernhard 1992, 1993.
⁶¹⁹Hinweis, Hr. Petersen Berlin.
⁶²⁰Meinert 1797, 10.
⁶²¹Meinert 1797, 448, 449.
 Accum 1826. Bd. 2., 206.
⁶²²Meinert 1797, 73.
 Keferstein 1776, 170.
 Krünitz 1802, 737.
⁶²³Huth 1787, 18.
 Triest 1809. Bd. 2., 407.
⁶²⁴Voch 1780 (1), 7.
⁶²⁵Sturm 1745, 4.
⁶²⁶Sturm 1745, 5.
⁶²⁷Voch 1780 (1), 7.
⁶²⁸Sturm 1745, 4.
⁶²⁹Voch 1780 (2), 2.
⁶³⁰Voch 1780 (2), 50.
⁶³¹Voch 1780 (2), 3, 50.
⁶³²Voch 1780 (2), 9.
⁶³³Mitglieder 1798, 86.
⁶³⁴Sturm 1745, 5.
⁶³⁵BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809., 143, 144.
⁶³⁶BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809., 143, 144. Resolutionen vom 8 März 1770 u. Verordnung vom 25. Nov 1769.
⁶³⁷Rudolph 1829, 84.
⁶³⁸BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809., 144.

¹Troitzsch 1991, 29.
 Bolenz 1991, 28.
²Berson 1804, 68.
 Landgrebe 1846, 198.
 Reichs-Anzeiger 1795. Bd. 1. No. 124. v. 3.6.1795, 1217 ff.
 Menzel 1847, 15.
 Triest 1809. Bd. 1., 356.
 Steiner 1803, 29.
 Rommerdt 1828, 174.
 Manger 1785, 99.
 Lange 1779, 293.
 Goldfus 1794, 34.
 Gilly 1787, 3.
 Schendel 1992, 118.
³Manger 1785, 99,100.
 Hecker 1797, 180.
⁴Triest 1809. Bd. 1., 3,4,316.
 Gilly 1797, 29.
 Eytelwein (1805) 1820, 33.
 Wolfram 1833 (1), 42.
 Holsche 1777, 20.
⁵Bothe 1992. 56.
 Holsche 1777, 20.
⁶Simon 1799, 98-111.
 Triest 1809. Bd. 1., 4.
⁷Gilly 1831. Bd. 1., 6.
⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 14.
 Eytelwein (1805) 1820, 33.
 Lange 1779, 237.
⁹Manger 1785, 25.
¹⁰Lange 1779, 237.
 Holsche 1777, 20.
 Hirt 1809, 153.
 Eytelwein (1805) 1820, 33.
 Wolfram 1833 (1), 42.
¹¹Triest 1809. Bd. 1., 11.
¹²Triest 1809. Bd. 1., 321.
 Holsche 1777, 102.
 Manger 1785, 69.
¹³Triest 1809. Bd. 1., 333,334.
 Accum 1826. Bd. 2., 199,200.
 Manger 1785, 69.
¹⁴Rosenthal 1830. 300.
¹⁵Manger 1785, 67,68.
 Triest 1809. Bd. 1., 333,334.
¹⁶Keferstein 1776, 206.
 Lange 1779, 270.
¹⁷Eytelwein (1805) 1820, 33,34.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 16,18.
 Accum 1826. Bd. 1., 233.
 Angermann 1766, 146.
 Manger 1785, 28,29.
 Berson 1804, 21.
¹⁸Manger 1785, 28,29.
 Meinert 1796, 125.
 Keferstein 1776, 178.
 Gilly 1831. Bd. 1., 22.
¹⁹Krönitz 1802, 711.
²⁰Gilly 1799 (1), 20.
 Ziegler 1776, 11,12,28.
²¹Meinert 1796, 413.
 Berson 1804, 21.
 Rondelet 1834, 311.
 Triest 1809. Bd. 1., 29.
 Krönitz 1802, 711.
²²Rommerdt 1828, 170.

Meinert 1796, 413.
 Manger 1785, 28.
 Krönitz 1802, 711.
 Keferstein 1776, 177.
²³Keferstein 1776, 178.
 Wolfram 1833 (1), 113.
 Triest 1809. Bd. 1., 37.
 Meinert 1796, 127,256.
²⁴Wolfram 1833 (1), 155.
²⁵Stieglitz 1794. Bd. 2., 44.
²⁶Triest 1809. Bd. 1., 37.
²⁷Bode 1804, 9.
 Triest 1809. Bd. 1., 35,36.
²⁸Menzel 1847, 10.
 Triest 1809. Bd. 1., 37.
²⁹Triest 1809. Bd. 1., 37.
³⁰Triest 1809. Bd. 1., 47.
³¹Triest 1809. Bd. 1., 47,48.
 Wolfram 1833 (1), 117.
³²Wolfram 1833 (1), 117.
³³Lange 1779, 150.
 Meinert 1797, 68.
 Meinert 1796, 202, 451-452
 Menzel 1847, 44.
 Haldinn 1792, 28
³⁴Reichs-Anzeiger 1794.
 Bd. 1. No. 97 v.
 29.04.1794, 915.
³⁵Triest 1809. Bd. 1., XVIII.
³⁶Sandart 1679. 1 Teil., 5.
 Meinert 1796, 121.
³⁷Lange 1779, 240.
³⁸Gilly 1831. Bd. 1., 58.
³⁹Keferstein 1776, 177.
 Architectura 1720, 3.
 Krönitz 1802, 494,513.
 Reinhold 1784, 215.
 Penther 1746-64. T. 2., 6.
 Rommerdt 1828, 169.
 Wolfram 1838, 54.
 Heigelin 1828, 43,50.
 Breymann 1856, 189.
 Menzel 1847, 14.
 Linke 1850, 54.
 Schmidt 1794. Teil 2., 2.
⁴⁰Milizia 1824. Bd. 3., 121.
 Vitruv 1987, 80,81.
⁴¹Ziegler 1776, 30.
⁴²Succov 1751, 36.
 Suckow 1781, 19,45.
⁴³Büsch 1800, 140.
 Redelykheid 1788, 9.
 Heigelin 1828, 46.
 Breymann 1856, 30.
⁴⁴Succov 1751, 37.
⁴⁵Daviler 1699, 210.
⁴⁶Keferstein 1776, 219.
 Helfenzrieder 1787, 57.
⁴⁷Büsch 1800, 141.
 Rosenthal 1830. 295.
⁴⁸Hirt 1809, 147,151.
 Rondelet 1834, 308.
⁴⁹Laugier 1758, 103,104.
 Büsch 1800, 70,71.
 Krönitz 1802, 495.
 Rommerdt 1828, 79.
 Dalberg 1792, 9.
 Helfenzrieder 1787, 85, 86.
 Sax 1807, 7.
 Linke 1850, 45.
 Meinert 1796, 251.
 Wolfram 1818, 131.
⁵⁰Lange 1779, 291,292.
 Milizia 1824. Bd. 3., 121.
 Menzel 1847, 131,132.

Gilly 1831. Bd. 1., 74.
⁵¹Bolenz 1991, 28.
⁵²Sturm 1745, 26.
 Architectura 1720, 3.
 Keferstein 1776, 177.
 Penther 1746-64. T. 2., 6.
 Reinhold 1784, 215.
 Gilly 1799 (1), 18.
 Krönitz 1802, 494.
 Rondelet 1834, 249.
 Schmidt 1794. T. 2., 2, 6.
 Maillard 1817. Bd. 2., 206,279.
 Menzel 1835, 308.
 Linke 1850, 91.
⁵³Milizia 1824. Bd. 3., 16.
 Schauptatz 1776, 42.
⁵⁴Leupold 1726, 90.
⁵⁵Rommerdt 1828, 40.
⁵⁶Perrault 1757, 36,37.
⁵⁷Lange 1779, 149.
⁵⁸Rommerdt 1828, 169.
 Helfenzrieder 1787, 22.
 Schmidt 1794. T. 2., 2, 6.
 Heigelin 1828, 50.
 Breymann 1856, 189.
⁵⁹Lange 1779, 241.
 Rondelet 1834, 296.
 Schauptatz 1776, 42.
 Goldmann 1699. Buch 1., 60.
 Leupold 1726, 29.
 Ehrenberg 1837 (1), 19,20.
 Perrault 1757, 36,37.
 Gilly 1799 (1), 20.
 Izzo 1773, 37.
 Schmidt 1794. T. 2., 2, 6.
 Milizia 1824. Bd. 3., 15.
 Helfenzrieder 1787, 22.
 Heigelin 1828, 43.
 Milizia 1824. Bd. 3., 12.
 Linke 1850, 69.
 Romberg 1838, 34.
 Breymann 1856, 67.
⁶⁰Romberg 1848, 9.
 Ehrenberg 1837 (1), 21.
 Menzel 1847, 27.
⁶¹Helfenzrieder 1787, 216.
 Gilly 1799 (1), 22.
 Leopold 1759, 36.
 Manger 1785, 86.
⁶²Maillard 1817. Bd. 2., 206.
⁶³Ashurst 1995, 88,90.
 Menzel 1847, 24.
⁶⁴Daviler 1699, 207.
 Meinert 1796, 128.
 Redelykheid 1788, 24.
 Wolfram 1833 (2), 15.
 Triest 1809. Bd. 1., 122.
⁶⁵Perrault 1757, 38.
 Ziegler 1776, 13.
 Goldmann 1699. Buch 1., 67.
 Milizia 1824. Bd. 3., 121.
 Gilly 1799 (1), 20.
⁶⁶Menzel 1847, 131,132.
 Lange 1779, 291,292.
 Heigelin 1828, 43.
⁶⁷Redelykheid 1788, 24.
⁶⁸Redelykheid 1788, 51.
⁶⁹Redelykheid 1788, 98.
⁷⁰Triest 1809. Bd. 1., 117,118.
 Accum 1826. Bd. 2., 61.
 Reinhold 1784, 220.

Manger 1785, 39.
 Schinkel 1835, 1.
⁷¹Sturm 1699, 141.
 Rommerdt 1828, 42.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 58.
⁷²Meinert 1796, 135.
⁷³Rommerdt 1828, 41,42.
⁷⁴Schinkel 1835, 1.
 Accum 1826. Bd. 2., 52, 53.
 Schinkel 1835, 1.
 Reinhold 1784, 220.
⁷⁵Angermann 1766, 145.
 Menzel 1847, 41.
⁷⁶Triest 1809. Bd. 1., 118.
 Sachs 1831, 23.
 Schinkel 1835, 1.
⁷⁷Holsche 1777, 25.
⁷⁸Triest 1809. Bd. 1., 122.
 Accum 1826. Bd. 2., 61.
⁷⁹Linke 1850, 45.
⁸⁰Eytelwein (1805) 1820, 35.
 Meinert 1796, 135.
 Accum 1826. Bd. 2., 61.
⁸¹Redelykheid 1788, 58.
 Rommerdt 1828, 42.
 Meinert 1796, 135.
 Holsche 1777, 25.
 Angermann 1766, 145.
⁸²Manger 1785, 40.
 Meinert 1796, 130.
 Krönitz 1802, 713.
⁸³Baurer 1995, 342.
⁸⁴Wolfram 1833 (2), 25,26.
 Gebhardt 1847, 88
⁸⁵Mellin 1828, 3,4.
⁸⁶Menzel 1847, 42,43.
 Mellin 1828, 4-8.
⁸⁷Wolfram 1833 (2), 25,26.
⁸⁸Menzel 1847, 42,43.
⁸⁹Wedeke 1842, 183.
⁹⁰Menzel 1847, 42,43.
⁹¹Wolfram 1833 (2), 25.
⁹²Gebhardt 1847, 89.
⁹³Accum 1826. Bd. 2., 68,69,70.
⁹⁴Wolfram 1833 (2), 24.
 Accum 1826. Bd. 2., 68,69,70.
 Gebhardt 1847, 89.
⁹⁵Gebhardt 1847, 27-36.
⁹⁶Wolfram 1833 (2), 24.
⁹⁷Wolfram 1833 (2), 25,26.
 Accum 1826. Bd. 2., 68,69,70.
⁹⁸Krönitz 1802, 534.
 Stark 1995, 41.
 Simon 1806, 92.
 Vitruvius 1548, CXLIX.
 Vitruvius 1987, 65.
 Hirt 1809, 146.
 Ziegler 1776, 5.
⁹⁹Vitruvius 1548, CXXXIX.
¹⁰⁰Vitruvius 1987, 65.
 Hirt 1809, 146.
¹⁰¹Wedeke 1842, 181.
¹⁰²Meinert 1796, 141.
 Meinert 1797, 51.
¹⁰³Manger 1785, 147.
 Wedeke 1842, 181.
 Stark 1995, 42.
¹⁰⁴Accum 1826. Bd. 2., 33.
¹⁰⁵Krönitz 1802, 534.
 Simon 1806, 92.

- Triest 1809. Bd. 1., 318.
¹⁰⁶Hirt 1809, 146.
Hoffmann 1841, 14,15.
¹⁰⁷Simon 1806, 93.
¹⁰⁸Krünitz 1802, 534.
Simon 1806, 92.
¹⁰⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 39.
¹¹⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 38.
¹¹¹Menzel 1847, 44.
Sturm 1699, 141.
Daviler 1699, 337.
Accum 1826. Bd. 2., 46.
¹¹²J.G.M. 1759, 160.
¹¹³Milizia 1824. Bd. 3., 16.
¹¹⁴Accum 1826. Bd. 2., 46.
¹¹⁵Breymann 1856, 70.
Schinkel 1835, 10.
Menzel 1847, 44.
¹¹⁶Gilly 1831. Bd. 1., 162.
Förster 1850, 181.
Wedeke 1842, 181.
¹¹⁷Daviler 1699, 337.
Simon 1806, 91,92.
Accum 1826. Bd. 2., 46.
¹¹⁸Wedeke 1842, 181.
Sturm 1699, 141.
¹¹⁹Wedeke 1842, 181.
¹²⁰Förster 1850, 181.
¹²¹Gilly 1831. Bd. 1., 162.
¹²²Hoffmann 1841, 10,15.
Menzel 1844 (1), 267.
¹²³Hoffmann 1841, 10,15.
Menzel 1844 (1), 267.
¹²⁴Hoffmann 1841, 15.
¹²⁵Hoffmann 1841, 14,15.
¹²⁶Menzel 1847, 43.
¹²⁷Hoffmann 1841, 13.
Breymann 1856, 70.
Menzel 1844 (1), 240.
¹²⁸Hoffmann 1845, 167.
¹²⁹Vitruvius 1548, CXL.
J.G.M. 1759, 159.
Angermann 1766, 145.
Izzo 1773, 14.
Keferstein 1776, 179.
Schauplatz 1776, 42.
Holsche 1777, 24.
Lange 1779, 397.
Manger 1785, 37-39.
Helfenzrieder 1787, 24.
Lamprecht 1787, 258.
Meinert 1796, 133.
Milizia 1824. Bd. 3., 15.
¹³⁰Angermann 1766, 145.
¹³¹Schauplatz 1776, 42.
¹³²Polhem 1739, 188.
Huth 1790, 24.
¹³³Huth 1790, 24.
¹³⁴Meinert 1796, 133.
Sachs 1831, 23.
Triest 1809. Bd. 1., 120.
¹³⁵Leupold 1726, 90.
Behrens 1796, 188.
Lange 1779, 243,397.
Lamprecht 1787, 258.
Bode 1804, 16.
Triest 1809. Bd. 1., 120.
Milizia 1824. Bd. 3., 15.
Schmidt 1790, 21.
Rommerdt 1828, 41.
¹³⁶Holsche 1777, 24.
Meinert 1796, 133.
Triest 1809. Bd. 1., 120.
Manger 1785, 37-39.
Rommerdt 1828, 41.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 58.
Schmidt 1790, 21.
¹³⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 58.
¹³⁸Izzo 1773, 14.
Keferstein 1776, 179.
Milizia 1824. Bd. 3., 15.
¹³⁹J.G.M. 1759, 159.
Izzo 1773, 14.
Keferstein 1776, 179.
Manger 1785, 37-39.
Meinert 1796, 133.
Bode 1804, 16.
Triest 1809. Bd. 1., 120.
Milizia 1824. Bd. 3., 15.
Lamprecht 1787, 259.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 39.
¹⁴⁰J.G.M. 1759, 159.
Izzo 1773, 14.
Keferstein 1776, 179.
Schauplatz 1776, 42.
Holsche 1777, 24.
Manger 1785, 37-39.
Helfenzrieder 1787, 24.
Meinert 1796, 133.
Milizia 1824. Bd. 3., 15.
¹⁴¹Lamprecht 1787, 258.
¹⁴²Manger 1785, 37-39.
Meinert 1796, 133.
¹⁴³Meinert 1796, 133.
Triest 1809. Bd. 1., 120.
Manger 1785, 37-39.
¹⁴⁴Helfenzrieder 1787, 24.
¹⁴⁵Mitglieder 1798, 83.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A
Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809., 87.
¹⁴⁶Triest 1809. Bd. 1., 145.
¹⁴⁷Krünitz 1802, 712.
Manger 1785, 36.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 66.
Holsche 1777, 24.
¹⁴⁸Krünitz 1802, 712.
¹⁴⁹Triest 1809. Bd. 1., 145.
Krünitz 1802, 712.
¹⁵⁰Krünitz 1802, 712.
¹⁵¹Krünitz 1802, 712.
¹⁵²Menzel 1847, 134.
¹⁵³Triest 1809. Bd. 1., 142.
¹⁵⁴Menzel 1847, 134.
¹⁵⁵Menzel 1847, 134.
¹⁵⁶Menzel 1847, 134.
¹⁵⁷Triest 1809. Bd. 1., 142.
¹⁵⁸Simon 1806, 91,92.
Menzel 1847, 28.
Lamprecht 1787, 258.
Redelykheid 1788, 51.
¹⁵⁹Lamprecht 1787, 262.
¹⁶⁰Huth 1790, 246, 247.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 60.
¹⁶¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 60.
¹⁶²Catel 1806, V, VI.
Rommerdt 1828, 40.
Menzel 1847, 34.
¹⁶³Accum 1826. Bd. 2., 45.
¹⁶⁴Menzel 1847, 31.
Huth 1790, 246, 247.
Stark 1995, 42.
¹⁶⁵Bolenz 1991, 37.
Stark 1995, 42.
¹⁶⁶Bender 1995, 342.
¹⁶⁷Schendel 1992, 120.
Bolenz 1991, 37.
Stark 1995, 42.
Wolfram 1833 (2), 26-43.
Bender 1995, 341.
¹⁶⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 55.
¹⁶⁹Lange 1779, 243.
Schmidt 1790, 21.
Triest 1809. Bd. 1., 119,120.
Lamprecht 1787, 259.
Accum 1826. Bd. 2., 46.
Meinert 1796, 129.
Manger 1785, 33.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 39.
¹⁷⁰Meinert 1796, 129.
¹⁷¹Lange 1779, 242.
Ziegler 1776, 5.
¹⁷²Gebhardt 1847, 2.
¹⁷³Lamprecht 1787, 259.
¹⁷⁴Gebhardt 1847, 2.
¹⁷⁵Accum 1826. Bd. 2., 48.
¹⁷⁶Meinert 1796, 129.
Lamprecht 1787, 259.
¹⁷⁷Schauplatz 1765. Bd. VII., 207-210.
Lamprecht 1787, 261.
¹⁷⁸Lamprecht 1787, 261.
¹⁷⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 44.
Catel 1806, 7, 9, 29.
¹⁸⁰Manger 1785, 32.
¹⁸¹Menzel 1847, 134.
¹⁸²Flaminus 1836 (1), 4.
¹⁸³Catel 1806, 4-7,9,29.
Bender 1995, 341,342.
¹⁸⁴Wedeke 1842, 162.
¹⁸⁵Cochius 1829, 63-64.
¹⁸⁶Schauplatz 1776, 42.
¹⁸⁷Cochius 1829, 61-63.
¹⁸⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 43.
¹⁸⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 45.
¹⁹⁰Notizblatt 1834, 17.
Meinert 1796, 130.
¹⁹¹Schauplatz 1776, 42.
¹⁹²Architektonische 1864, 24,25.
Gebhardt 1847, 19.
¹⁹³Daviler 1699, 337.
¹⁹⁴Sandart 1679. 1. Teil, 5.
¹⁹⁵Triest 1809. Bd. 1., 119,145.
¹⁹⁶Redelykheid 1788, 99.
Wolfram 1838, 44.
¹⁹⁷Simon 1806, 91.
¹⁹⁸Meinert 1796, 256.
¹⁹⁹Hinweis, Hr. Dorst, UDB Potsdam
²⁰⁰Menzel 1844 (1), 240.
²⁰¹Manger 1785, 39.
²⁰²Meinert 1796, 135.
²⁰³Goldmann 1699. Buch 1., 68.
²⁰⁴Manger 1785, 36.
²⁰⁵Meinert 1796, 412.
Rommerdt 1828, 80.
Succov 1751, 35.
Suckow 1781, 44.
Rondelet 1834, 8.
Alberti 1991, 100.
²⁰⁶Meinert 1796, 415.
Krünitz 1802, 712,741.
²⁰⁷Krünitz 1802, 712,741.
²⁰⁸Penther 1746-64. Bd. 2., 6.
Succov 1751, 12.
Suckow 1781, 13.
Reinhold 1784, 215.
²⁰⁹Helfenzrieder 1787, 27,55.
²¹⁰Redelykheid 1788, 17.
²¹¹Helfenzrieder 1787, 55.
²¹²Holsche 1777, 24.
Manger 1785, 36.
Meinert 1796, 131.
²¹³Holsche 1777, 25.
²¹⁴Holsche 1777, 25.
Manger 1785, 35.
Meinert 1796, 131.
Krünitz 1802, 711.
²¹⁵Triest 1809. Bd. 1., 122.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 67 ff.
Rönne 1846, 246.
²¹⁶Rönne 1846, 245.
Meinert 1796, 417.
²¹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 67.
Rönne 1846, 246.
Triest 1809. Bd. 1., 77,120.
Accum 1826. Bd. 2., 52,53.
Schinkel 1835, 1.
Menzel 1847, 146.
Linke 1850, 45.
Mitglieder 1798, 83.
²¹⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 67.
Rönne 1846, 246.
Engel 1863, 355.
Triest 1809. Bd. 1., 121.
Menzel 1847, 146.
Linke 1850, 45.
²¹⁹Voch 1780 (1), 4.
²²⁰Rönne 1846, 247.
²²¹Rönne 1846, 246,247.
Triest 1809. Bd. 1., 121.
²²²Triest 1809. Bd. 1., 78.
²²³Triest 1809. Bd. 1., 121.
Engel 1863, 355.
Menzel 1847, 146.
Schinkel 1835, 1.
Accum 1826. Bd. 2., 52, 53.
Linke 1850, 45.
²²⁴Rönne 1846, 247.
²²⁵Triest 1809. Bd. 1., 122.
²²⁶Triest 1809. Bd. 1., 122.
²²⁷Rönne 1846, 246.
²²⁸Rönne 1846, 247.
²²⁹Gebhardt 1847, 19.
²³⁰Stark 1995, 60.
²³¹Stark 1995, 60.
²³²Wolfram 1833 (2), 15,16.
Sax 1807, 6.
Wiebeking 1826, 261.
²³³Redelykheid 1788, 104.
Wolfram 1818, 174.
²³⁴Meinert 1796, 140, 141.
Rudoph 1829, 25.
²³⁵Meinert 1796, 140.
Triest 1809. Bd. 1., 162.
²³⁶Accum 1826. Bd. 2., 58.
Meinert 1796, 140.
²³⁷Lange 1779, 248.
²³⁸Meinert 1796, 140,141.
Meinert 1797, 52.
J.G.M. 1759, 161.
Lange 1779, 245, 246,248.
²³⁹Triest 1809. Bd. 1., 162.

- ²⁴⁰Manger 1785, 147.
Redelykheid 1788, 33, 34.
Wolfram 1818, 191.
Meinert 1797, 46.
Schübler 1735, 40.
Breymann 1856, 67.
Zedler 1735, 1396.
Voch 1782, 55.
Lange 1779, 149.
Menzel 1835, 307.
Hoffmann 1845, 172.
Krünitz 1802, 713.
²⁴¹Schübler 1735, 41.
²⁴²Rosenthal 1830, 296, 298.
Breymann 1856, 67.
²⁴³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 209.
²⁴⁴Meinert 1796, 141.
Accum 1826. Bd. 2., 58.
²⁴⁵Triest 1809. Bd. 1., 29.
²⁴⁶Manger 1785, 42.
²⁴⁷Daviler 1699, 337.
Meinert 1796, 139.
²⁴⁸Daviler 1699, 337.
²⁴⁹Holsche 1777, 25.
²⁵⁰Triest 1809. Bd. 1., 151 ff.
Wolfram 1818, 349.
²⁵¹Manger 1785, 42.
Meinert 1796, 138.
²⁵²Krünitz 1802, 714.
²⁵³Triest 1809. Bd. 1., 151 ff.
²⁵⁴Meinert 1796, 138.
²⁵⁵Meinert 1796, 137.
²⁵⁶Accum 1826. Bd. 2., 56.
²⁵⁷Crelle 1833, 213.
Romberg 1838, 16.
²⁵⁸Accum 1826. Bd. 2., 56.
Rudolph 1829, 151.
²⁵⁹Wolfram 1818, 156.
²⁶⁰Menzel 1847, 30.
²⁶¹Sandart 1679. 1. Teil, 5.
²⁶²Ziegler 1776, 19.
Menzel 1847, 222.
Schinkel 1835, 9.
Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Winkelmann 1762, 10.
Meinert 1797, 57.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
Linke 1850, 104, 105.
Breymann 1856, 70.
²⁶³Hirt 1809, 171.
Wiebeking 1825, 206, 207.
Heigelin 1828, 67.
²⁶⁴Wolfram 1838, 123.
Hoffmann 1845, 172.
²⁶⁵Romberg 1838, 48.
Menzel 1847, 219.
Heigelin 1828, 67.
²⁶⁶Rondelet 1834, 329, 330.
Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
²⁶⁷Winkelmann 1762, 10.
Meinert 1797, 57.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
²⁶⁸Rondelet 1834, 331.
²⁶⁹Meinert 1797, 57.
Ziegler 1776, 19.
Winkelmann 1762, 10.
Rondelet 1834, 329, 330.
- Hoffmann 1845, 171.
²⁷⁰Ziegler 1776, 19.
Winkelmann 1762, 10.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
²⁷¹Hirt 1809, 171.
²⁷²Büsch 1800, 158.
²⁷³Bender 1995, 342.
²⁷⁴Packh 1831, 1, 2.
²⁷⁵Bender 1995, 342.
Stark 1995, 42.
²⁷⁶Wolfram 1833 (2), 19.
²⁷⁷Wolfram 1833 (2), 19.
²⁷⁸Packh 1831, 2, 6, 7, 8.
²⁷⁹Packh 1831, 9.
Sirodot 1852, 38, 39.
²⁸⁰Meyer 1858, 55.
²⁸¹Sirodot 1852, 28, 33, 34.
²⁸²Meyer 1858, 55, 56.
²⁸³Breymann 1856, 10.
Engel 1863, 354.
Heyder 1852, 9, 11, 12.
²⁸⁴Engel 1863, 354.
²⁸⁵Meyer 1858, 58.
²⁸⁶an der Begräbnisstätte ist die Jahreszahl 1843 angebracht.
²⁸⁷Schinkel 1835, 9.
²⁸⁸Notizblatt 1834, 31.
²⁸⁹Hoffmann 1845, 167.
²⁹⁰Hinweis Frau und Herr Ebner von Eschenbach.
²⁹¹Engel 1863, 354.
²⁹²Meyer 1858, 56.
Emmich 1860, 193, 194.
Engel 1863, 354.
²⁹³Hirt 1809, 171.
Linke 1850, 105.
²⁹⁴Meyer 1858, 55.
²⁹⁵Engel 1863, 355.
²⁹⁶Engel 1863, 356.
²⁹⁷Heigelin 1828, 67.
Wiebeking 1825, 173, 174.
Linke 1850, 104, 105.
²⁹⁸Meinert 1797, 57, 171.
Hirt 1809, 171.
²⁹⁹Breymann 1856, 70.
Romberg 1838, 48.
Rondelet 1834, 329, 330.
Hoffmann 1845, 170.
Menzel 1847, 220.
Schinkel 1835, 10.
³⁰⁰Hoffmann 1845, 168.
³⁰¹Schinkel 1835, 10.
Breymann 1856, 70.
³⁰²Heigelin 1828, 67.
Romberg 1838, 47, 48.
Rondelet 1834, 329, 330.
³⁰³Rondelet 1834, 329, 330.
Hoffmann 1845, 170.
³⁰⁴Hoffmann 1845, 170.
³⁰⁵Förster 1850, 182.
³⁰⁶Engel 1863, 357.
³⁰⁷Schinkel 1835, 9.
Romberg 1838, 47.
³⁰⁸Heigelin 1828, 67.
Linke 1850, 104, 105.
³⁰⁹Schinkel 1835, 9.
Romberg 1838, 47.
Linke 1850, 104, 105.
Heigelin 1828, 67.
³¹⁰Menzel 1847, 219.
³¹¹Schinkel 1835, 9.
Romberg 1838, 47.
Linke 1850, 104, 105.
Heigelin 1828, 67.
- ³¹²Förster 1850, 182.
³¹³Hoffmann 1845, 172.
³¹⁴Hoffmann 1845, 171.
³¹⁵Romberg 1838, 48.
Rondelet 1834, 329, 330.
³¹⁶Heigelin 1828, 67.
Rondelet 1834, 329, 330.
³¹⁷Hoffmann 1845, 170, 171.
³¹⁸Romberg 1838, 48.
Rondelet 1834, 331.
³¹⁹Romberg 1838, 48.
Rondelet 1834, 331.
Hoffmann 1845, 170.
Notizblatt 1834, 31.
³²⁰Hoffmann 1845, 172.
³²¹Engel 1863, 357.
³²²Rödlisch 1826, 69.
³²³Dalberg 1792, 5.
³²⁴Catel 1808, 21.
Wedek 1842, 150.
Wolfram 1818, 131.
Sachs 1825, 38.
³²⁵Catel 1808, 15.
Rondelet 1833, 135.
³²⁶Rondelet 1833, 135.
Menzel 1847, 18.
³²⁷Catel 1808, 15.
Menzel 1847, 18.
³²⁸Behrens 1796, 189.
³²⁹Behrens 1796, 189.
³³⁰Menzel 1847, 18.
³³¹Behrens 1796, 189.
³³²Schmidt 1790, 22.
³³³Bleichrodt 1830. Bd. 2., 362.
³³⁴Catel 1808, 20.
³³⁵Rudolph 1829, 22.
³³⁶Menzel 1847, 18.
³³⁷Wolfram 1833 (2), 6.
Steiner 1803, 29.
³³⁸Rommerdt 1828, 37.
³³⁹Catel 1808, 15, 16.
³⁴⁰Lange 1779, 259.
³⁴¹Gilly 1800 (1) Bd. 1., 26, 37.
Catel 1808, 16.
Rudolph 1829, 40.
Rommerdt 1828, 81.
³⁴²Catel 1808, 16.
³⁴³Accum 1826. Bd. 2., 72.
Rudolph 1829, 22.
³⁴⁴Bode 1804, 44.
Sax 1807, 20.
Triest 1809. Bd. 1., 77.
Rommerdt 1828, 80.
³⁴⁴Dalberg 1792, 9.
Stieglitz 1792. Bd. 3., 654.
³⁴⁵Reichs-Anzeiger 1795 Bd. 1. No. 124. v. 3. 6. 1795. 1217 ff.
³⁴⁵Rudolph 1829, 22.
³⁴⁶Manger 1785, 82.
Gilly 1799 (1), 21.
Catel 1808, 15.
³⁴⁷Rudolph 1829, 55.
³⁴⁸Schmidt 1790, 22.
³⁴⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 23.
³⁵⁰Behrens 1796, 189.
³⁵¹Redelykheid 1788, 17.
³⁵²Redelykheid 1788, 17.
³⁵³Gilly 1800 (1) Bd. 1., 25.
Sachs 1831, 26.
³⁵⁴Redelykheid 1788, 17.
Gilly 1800 (1) Bd. 1., 25.
³⁵⁵Rommerdt 1828, 81.
- ³⁵⁶Redelykheid 1788, 17.
³⁵⁷Sachs 1831, 26.
³⁵⁸Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
³⁵⁹Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
³⁶⁰Accum 1826. Bd. 2., 73.
Wolfram 1833 (2), 7.
Rondelet 1833, 136.
³⁶¹Meinert 1796, 136.
Triest 1809. Bd. 1., 83, 84.
Goldfus 1794, 34.
Rondelet 1833, 135.
Menzel 1847, 22.
Gilly 1800 (1) Bd. 1., 27.
³⁶²Reichs-Anzeiger 1795 Bd. 1. No. 124. v. 3. 6. 1795. 1217 ff.
³⁶³Reichs-Anzeiger 1795 Bd. 1. No. 124. v. 3. 6. 1795. 1217 ff.
Lange 1779, 258.
Meinert 1796, 136.
Rondelet 1833, 135.
³⁶⁴J.G.M. 1759, 163.
³⁶⁵Goldfus 1794, 34.
³⁶⁶Menzel 1847, 22.
³⁶⁷Keferstein 1776, 209.
³⁶⁸Lange 1779, 258.
³⁶⁹Goldfus 1794, 34.
³⁷⁰Krünitz 1796, 107.
³⁷¹Rondelet 1833, 135.
Goldfus 1794, 36.
³⁷²Gilly 1790, 5.
³⁷³Keferstein 1776, 209.
Steiner 1803, 30.
³⁷⁴Suckow 1781, 14.
Keferstein 1776, 209.
Lange 1779, 258.
Meinert 1796, 136.
Triest 1809. Bd. 1., 83, 84.
Gilly 1800 (1) Bd. 1., 27.
Rommerdt 1828, 39.
Rudolph 1829, 22, 56.
Wedek 1842, 148.
³⁷⁵Steiner 1803, 30.
³⁷⁶Krünitz 1796, 104.
³⁷⁷Goldfus 1794, 36.
Krünitz 1796, 107.
³⁷⁸Riedel 1803, 4.
³⁷⁹Accum 1826. Bd. 2., 81.
³⁸⁰Gilly 1790, 7.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 362.
³⁸¹Lange 1779, 259.
³⁸²Wedek 1842, 148.
Menzel 1847, 22.
³⁸³Goldfus 1794, 36.
³⁸⁴Goldfus 1794, 37.
Krünitz 1796, 108.
Gilly 1790, 5.
Rudolph 1829, 56, 57.
³⁸⁵Goldfus 1794, 37.
³⁸⁶Goldfus 1794, 41.
Krünitz 1796, 112.
³⁸⁷Meinert 1796, 136.
Suckow 1781, 14.
Triest 1809. Bd. 1., 83, 84.
Rudolph 1829, 56, 57.
³⁸⁸Rommerdt 1828, 39.
³⁸⁹J.G.M. 1759, 163.
³⁹⁰Gilly 1800 (1) Bd. 1., 37.
³⁹¹Krünitz 1796, 103.
³⁹²Krünitz 1796, 103.
Meinert 1796, 438.

- ³⁹³Triest 1809. Bd. 1., 87.
³⁹⁴Meinert 1796, 438.
³⁹⁴Meinert 1796, 436.
³⁹⁴Schendel 1992, 118.
³⁹⁵Triest 1809. Bd. 1., 87.
³⁹⁵Accum 1826. Bd. 2., 81.
³⁹⁵Lange 1779, 258.
³⁹⁵Bode 1804, 54.
³⁹⁶J.G.M. 1759, 163.
³⁹⁶Riedel 1803, 4.
³⁹⁷Suckow 1781, 14.
³⁹⁷Gilly 1790, 15.
³⁹⁸Krünitz 1796, 129.
³⁹⁹Rommerdt 1828, 39.
⁴⁰⁰Gilly 1790, 15.
⁴⁰⁰Rondelet 1833, 143,144.
⁴⁰¹J.G.M. 1759, 163.
⁴⁰²Gilly 1800 (1) Bd. 1., 27.
⁴⁰²Rudolph 1829, 23.
⁴⁰³Krünitz 1796, 112.
⁴⁰³Bleichrodt 1830. Bd. 2., 363.
⁴⁰⁴Goldfus 1794, 34.
⁴⁰⁵Krünitz 1796, 108.
⁴⁰⁶Gilly 1800 (1) Bd. 1., 27.
⁴⁰⁷Triest 1809. Bd. 1., 84.
⁴⁰⁷Krünitz 1796, 108.
⁴⁰⁷Gilly 1790, 5.
⁴⁰⁸Gilly 1800 (1) Bd. 1., 27.
⁴⁰⁸Triest 1809. Bd. 1., 84.
⁴⁰⁸Krünitz 1796, 108.
⁴⁰⁹Gilly 1800 (1) Bd. 1., 27.
⁴⁰⁹Krünitz 1796, 184.
⁴¹⁰Rommerdt 1828, 39.
⁴¹⁰Wedek 1842, 150.
⁴¹¹Sammlung 1798 (1), 128.
⁴¹¹Patte 1769, 152.
⁴¹²Gilly 1803, 128,129.
⁴¹²Simon 1804, 78.
⁴¹²Rödlich 1826, 88.
⁴¹³Rondelet 1833, 145,146.
⁴¹³Rödlich 1826, 93.
⁴¹⁴Accum 1826. Bd. 2., 70.
⁴¹⁵Rödlich 1826, 94.
⁴¹⁶Accum 1826. Bd. 2., 70.
⁴¹⁷Rondelet 1833, 145,146,148.
⁴¹⁷Wolfram 1818, 131.
⁴¹⁸Rödlich 1826, 55,57,69.
⁴¹⁸Gilly 1803, 130.
⁴¹⁹Gilly 1831. Bd. 1., 67.
⁴²⁰Gilly 1831. Bd. 1., 592,593.
⁴²¹Accum 1826. Bd. 2., 70.
⁴²²Accum 1826. Bd. 2., 70.
⁴²³Rondelet 1833, 145,146.
⁴²⁴Sirodot 1852, 28,33,34.
⁴²⁵Wolfram 1818, 131.
⁴²⁵Sachs 1825, 38.
⁴²⁶Rödlich 1826, 69.
⁴²⁶Dalberg 1792, 5.
⁴²⁷Gilly 1800 (1) Bd. 1., 35.
⁴²⁷Cointereaux 1803. 2.T. 3.Abt., 5.
⁴²⁸Menzel 1847, 23.
⁴²⁸Krünitz 1796, 191,192.
⁴²⁹Wolfram 1833 (2), 8-10.
⁴³⁰Rödlich 1826, 47,48,50.
⁴³⁰Sachs 1825, 41,42.
⁴³¹Rödlich 1826, 52.
⁴³²Rödlich 1826, 53.
⁴³³Wolfram 1833 (2), 8-10.
⁴³⁴Cointereaux 1803. 2.T. 3.Abt., 13,14.
⁴³⁵Gilly 1799 (1), 28.
⁴³⁶Gilly 1800 (1) Bd. 1., 37.
- ⁴³⁷Gilly 1800 (1) Bd. 1., 35.
⁴³⁸Rommerdt 1828, 174.
⁴³⁹Triest 1809. Bd. 1., 92.
⁴⁴⁰Gilly 1831. Bd. 1., 72.
⁴⁴⁰Wolfram 1833 (2), 8-10.
⁴⁴¹Menzel 1847, 24.
⁴⁴¹Gilly 1831. Bd. 1., 72.
⁴⁴¹Wolfram 1833 (2), 8-10.
⁴⁴²Menzel 1847, 24.
⁴⁴²Gilly 1831. Bd. 1., 72.
⁴⁴³Menzel 1847, 24.
⁴⁴³Wolfram 1818, 131.
⁴⁴⁴Wedek 1842, 150.
⁴⁴⁵Menzel 1847, 23.
⁴⁴⁶Wolfram 1833 (2), 8-10.
⁴⁴⁶Wedek 1842, 152,153.
⁴⁴⁷Rudolph 1829, 23.
⁴⁴⁸Menzel 1847, 24.
⁴⁴⁸Wedek 1842, 154.
⁴⁴⁹Wolfram 1833 (2), 8-10.
⁴⁴⁹Linke 1850, 63.
⁴⁵⁰Meyer 1850, 1248.
⁴⁵¹Rödlich 1826, 46.
⁴⁵²Menzel 1847, 27.
⁴⁵³Polonceau 1833, 137.
⁴⁵³Wolfram 1833 (2), 4.
⁴⁵⁴Accum 1826. Bd. 2., 100.
⁴⁵⁴Sachs 1825, 81,82,172.
⁴⁵⁴Rudolph 1829, 24.
⁴⁵⁵Menzel 1847, 23.
⁴⁵⁵Wedek 1842, 151.
⁴⁵⁵Breymann 1856, 33.
⁴⁵⁶Gilly 1831. Bd. 1., 68.
⁴⁵⁷Accum 1826. Bd. 2., 86.
⁴⁵⁸Holsche 1777, 13, 14.
⁴⁵⁸Triest 1809. Bd. 1., 44, 45.
⁴⁵⁹Gilly 1831. Bd. 1., 7.
⁴⁵⁹Eytelwein (1805) 1820, 33.
⁴⁵⁹Rommerdt 1828, 80.
⁴⁶⁰Wolfram 1818, 149.
⁴⁶⁰Lange 1779, 235.
⁴⁶¹Schmidt 1794, 3.
⁴⁶¹Holsche 1777, 20.
⁴⁶²Krünitz 1802, 729.
⁴⁶³Gilly 1831. Bd. 1., 5.
⁴⁶³BLHA: Pr.Br.Rep. 7. Amt Potsdam Nr. 1468. Pfarrhaus in Langerwisch., 21.
⁴⁶⁴Wolfram 1833 (1), 42.
⁴⁶⁵Eytelwein (1805) 1820, 33.
⁴⁶⁶Triest 1809. Bd. 1., 11.
⁴⁶⁶Wolfram 1818, 139.
⁴⁶⁷Meinert 1796, 413.
⁴⁶⁸Eytelwein (1805) 1820, 32.
⁴⁶⁹Triest 1809. Bd. 1., 48.
⁴⁶⁹Helfenzrieder 1787, 57.
⁴⁷⁰Manger 1785, 30, 31.
⁴⁷⁰Triest 1809. Bd. 1., 11.
⁴⁷⁰Schmidt 1794, 2.
⁴⁷¹Lange 1779, 290,291.
⁴⁷¹Linke 1850, 54.
⁴⁷²Meinert 1796, 413.
⁴⁷³Menzel 1847, 113.
⁴⁷⁴Rommerdt 1828, 90.
⁴⁷⁵Schinkel 1835, 2.
⁴⁷⁶Rudolph 1829, 18.
⁴⁷⁷Meinert 1796, 435.
⁴⁷⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 281.
⁴⁷⁹Accum 1826. Bd. 1., 249.
⁴⁸⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 18,281.
⁴⁸¹Triest 1809. Bd. 1., 45.
⁴⁸²Wolfram 1833 (1), 113.
- Manger 1785, 31.
⁴⁷⁵Accum 1826. Bd. 1., 249.
⁴⁷⁶Krünitz 1802, 710,729.
⁴⁷⁶Triest 1809. Bd. 1., 48,49.
⁴⁷⁷Holsche 1777, 23.
⁴⁷⁷Accum 1826. Bd. 1., 250.
⁴⁷⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 17.
⁴⁷⁷Linke 1850, 54.
⁴⁷⁸Helfenzrieder 1787, 57.
⁴⁷⁹Manger 1785, 30, 31.
⁴⁷⁹Wolfram 1818, 131.
⁴⁸⁰Triest 1809. Bd. 1., 364.
⁴⁸⁰Helfenzrieder 1787, 49.
⁴⁸¹Ziegler 1776, 30.
⁴⁸²Forster 1782, 50,77-82.
⁴⁸³Wolfram 1833 (2), 51.
⁴⁸⁴Menzel 1847, 61.
⁴⁸⁵Rondelet 1833, 196,212.
⁴⁸⁶Meinert 1796, 185.
⁴⁸⁷Meinert 1797, 64.
⁴⁸⁸Suckow 1781, 20.
⁴⁸⁹Succov 1751, 16.
⁴⁹⁰Wolfram 1833 (2), 51.
⁴⁹¹Menzel 1847, 56.
⁴⁹²Rudolph 1829, 32.
⁴⁹³Meinert 1796, 185.
⁴⁹⁴Romberg 1838, 4.
⁴⁹⁵Triest 1809. Bd. 1., 364.
⁴⁹⁶Rommerdt 1828, 52.
⁴⁹⁷Vicat 1821, 280, 281.
⁴⁹⁸Ziegler 1776, 30.
⁴⁹⁹Hirt 1809, 155.
⁵⁰⁰J.G.M. 1760, 46.
⁵⁰¹Meinert 1796, 185.
⁵⁰²Goldmann 1699. Buch 1., 65.
⁵⁰³Triest 1809. Bd. 1., 364.
⁵⁰⁴Rudolph 1829, 35.
⁵⁰⁵Meinert 1796, 188.
⁵⁰⁶Meinert 1797, 64.
⁵⁰⁷Scholz 1984, 167.
⁵⁰⁸Stark 1995, 81.
⁵⁰⁹Scholz 1984, 167.
⁵¹⁰Stark 1995, 83.
⁵¹¹Büsch 1800, 135,136,150.
⁵¹²Daviler 1699, 343.
⁵¹³Rondelet 1834, 21.
⁵¹⁴Suckow 1781, 19.
⁵¹⁵Triest 1809. Bd. 1., 381.
⁵¹⁶Ziegler 1776, 13.
⁵¹⁷Ziegler 1776, 6.
⁵¹⁸Helfenzrieder 1787, 167,168.
⁵¹⁹Rosenthal 1830, 299.
⁵²⁰Simon 1804, 78.
⁵²¹Accum 1826. Bd. 2., 199.
⁵²²Keferstein 1776, 208.
⁵²³Wolfram 1812, 104,105.
⁵²⁴Lange 1779, 263.
⁵²⁵Schmidt 1794, 4.
⁵²⁶Helfenzrieder 1787, 39,167,168.
⁵²⁷Gilly 1799 (3), 133.
⁵²⁸Simon 1804, 85.
⁵²⁹Rondelet 1834, 313,318.
⁵³⁰Rondelet 1835, 336,337.
⁵³¹Sturm 1699, 141.
⁵³²Gilly 1799 (3), 133.
⁵³³Meinert 1797, 57.
⁵³⁴Helfenzrieder 1787, 168.
⁵³⁵Menzel 1847, 44,179.
⁵³⁶Gilly 1799 (3), 133.
⁵³⁷Simon 1804, 85.
⁵³⁸Helfenzrieder 1787, 54,143,168.
⁵³⁹Sax 1807, 56.
- Ziegler 1776, 5.
⁴⁹⁷Gilly 1799 (3), 132.
⁴⁹⁸Ziegler 1776, 14.
⁴⁹⁹Büsch 1800, 137.
⁵⁰⁰Ziegler 1776, 14.
⁵⁰¹Simon 1800 (2), 118.
⁵⁰²Vicat 1821, 280.
⁵⁰³Dätzel 1785, 154.
⁵⁰⁴Angermann 1766, 152.
⁵⁰⁵Büsch 1800, 71,72.
⁵⁰⁶Dätzel 1785, 150,154.
⁵⁰⁷Gilly 1800 (1), 207.
⁵⁰⁸Wolfram 1818, 192,193.
⁵⁰⁹Linke 1850, 91.
⁵¹⁰Menzel 1847, 159.
⁵¹¹160,162,171, 179.
⁵¹²Menzel 1866 (2), 5.
⁵¹³Menzel 1835, 308.
⁵¹⁴Sax 1807, 58.
⁵¹⁵Sachs 1825, 89.
⁵¹⁶Romberg 1838, 34.
⁵¹⁷Breymann 1856, 71.
⁵¹⁸Friderici 1800, 78.
⁵¹⁹Helfenzrieder 1787, 57.
⁵²⁰Heigelin 1828, 43.
⁵²¹Milizia 1824. Bd. 3., 33.
⁵²²Triest 1809. Bd. 1., 379.
⁵²³Zimmermann 1830, 3.
⁵²⁴Wolfram 1833 (2), 112-116.
⁵²⁵Simon 1800 (2), 105.
⁵²⁶Wolfram 1812, 115.
⁵²⁷Forster 1782, 45.
⁵²⁸Rondelet 1835, 336,337.
⁵²⁹Wolfram 1812, 115.
⁵³⁰Succov 1751, 36.
⁵³¹Suckow 1781, 45,46.
⁵³²Ziegler 1776, 13.
⁵³³Succov 1751, 36.
⁵³⁴Suckow 1781, 45.
⁵³⁵Bleichrodt 1848, 125.
⁵³⁶Keferstein 1776, 218,219.
⁵³⁷Lange 1779, 260.
⁵³⁸Triest 1809. Bd. 1., 364.
⁵³⁹Ziegler 1776, 27.
⁵⁴⁰Forster 1782, 19,20.
⁵⁴¹Menzel 1847, 44,45,46.
⁵⁴²Scholz 1984, 344.
⁵⁴³Perrault 1757, 39.
⁵⁴⁴Forster 1782, 43,44.
⁵⁴⁵Forster 1782, 19,20.
⁵⁴⁶Keferstein 1776, 177.
⁵⁴⁷Izzo 1773, 15.
⁵⁴⁸Wolfram 1818, 131.
⁵⁴⁹Succov 1751, 16.
⁵⁵⁰Suckow 1781, 20.
⁵⁵¹Schauplatz 1776, No. 48.
⁵⁵²Triest 1809. Bd. 1., 346.
⁵⁵³Krünitz 1802, 716.
⁵⁵⁴Holsche 1777, 90.
⁵⁵⁵Lange 1779, 270,271,273.
⁵⁵⁶Schauplatz 1776, No. 48.
⁵⁵⁷Ziegler 1776, 29, 30.
⁵⁵⁸Triest 1809. Bd. 1., 345.
⁵⁵⁹Romberg 1838, 3.
⁵⁶⁰Rondelet 1833, 198.
⁵⁶¹Forster 1782, 24.
⁵⁶²Triest 1809. Bd. 1., 345.
⁵⁶³Ziegler 1776, 29, 30.
⁵⁶⁴Schauplatz 1776, No. 48.
⁵⁶⁵Forster 1782, 39,42.
⁵⁶⁶Menzel 1847, 57.
⁵⁶⁷Lange 1779, 274, 275.
⁵⁶⁸Schauplatz 1776, No. 48.
⁵⁶⁹Keferstein 1776, 210.
⁵⁷⁰Forster 1782, 57-59.
⁵⁷¹Triest 1809. Bd. 1., 345.

- ⁵²²Forster 1782, 42.
⁵²³Lange 1779, 274, 275.
⁵²⁴Lange 1779, 274, 275.
Ziegler 1776, 16, 29, 30.
Leopold 1759, 23.
⁵²⁴Lange 1779, 274, 275.
⁵²⁵J.G.M. 1760, 46.
Schauplatz 1776, No. 45.
⁵²⁶Schauplatz 1776, No. 48.
⁵²⁷Menzel 1847, 57.
⁵²⁸Perrault 1757, 39.
Lange 1779, 270, 271, 273.
Schauplatz 1776, No. 48.
Keferstein 1776, 210.
⁵²⁹Rondelet 1833, 198.
Keferstein 1776, 210.
Lange 1779, 270, 271.
⁵³⁰Lamprecht 1787, 252.
Helfenzrieder 1787, 33.
⁵³¹Sammlung 1798 (1), 96.
⁵³²Suckow 1781, 21.
Helfenzrieder 1787, 33.
⁵³³Forster 1782, 49.
⁵³⁴Forster 1782, 46, 47.
Lamprecht 1787, 252.
⁵³⁵Scholz 1984, 163.
⁵³⁶Ziegler 1776, 14.
Forster 1782, 77-82.
⁵³⁷Wolfram 1812, 62.
Rudolph 1829, 33.
⁵³⁸Winkelmann 1762, 6, 7.
Ziegler 1776, 30.
⁵³⁹Izzo 1773, 18.
Winkelmann 1762, 4.
⁵⁴⁰Forster 1782, 50.
Rondelet 1833, 198.
Suckow 1781, 20.
Izzo 1773, 18.
Simon 1800 (2), 114.
Perrault 1757, 34.
Angermann 1766, 154-189.
Menzel 1847, 60.
⁵⁴¹Goldmann 1699, Buch 1., 65.
⁵⁴²Vitruvius 1548, CXLII.
⁵⁴³Ziegler 1776, 30.
Izzo 1773, 18.
Simon 1800 (2), 114.
Forster 1782, 50.
⁵⁴⁴Manger 1785, 84.
⁵⁴⁵Forster 1782, 50.
⁵⁴⁶Suckow 1781, 20.
⁵⁴⁷Rondelet 1833, 206, 207.
Ziegler 1776, 30.
⁵⁴⁸Triest 1809, Bd. 1., 367, 379.
Manger 1785, 84.
Redelykheid 1788, 60.
⁵⁴⁹Wolfram 1833 (2), 104, 105.
Forster 1782, 67, 68.
Manger 1785, 84.
Triest 1809, Bd. 1., 364.
Rommerdt 1828, 52, 54.
Vicat 1821, 280, 281.
Ziegler 1776, 29, 30.
Hirt 1809, 154.
Rudolph 1829, 32, 35, 36.
Romberg 1838, 4.
Meinert 1796, 185.
Suckow 1781, 20.
⁵⁵⁰Rudolph 1829, 35.
⁵⁵¹Triest 1809, Bd. 1., 380.
Redelykheid 1788, 60.
⁵⁵²Rondelet 1833, 207.
Suckow 1781, 20.
⁵⁵³Rudolph 1829, 35.
Rondelet 1833, 211, 212.
⁵⁵⁴Ziegler 1776, 30.
Vicat 1821, 284.
Milizia 1824, Bd. 3., 135.
Helfenzrieder 1787, 48.
Belidor 1757, Buch 3., 11.
Hirt 1809, 155.
Winkelmann 1762, 2.
Izzo 1773, 18.
Simon 1800 (2), 114, 115.
Rondelet 1833, 207.
Rudolph 1829, 35.
Triest 1809, Bd. 1., 347.
⁵⁵⁵Ziegler 1776, 30.
Accum 1826, Bd. 2., 155.
⁵⁵⁶Vicat 1821, 284.
Triest 1809, Bd. 1., 347.
Belidor 1757, Buch 3., 16.
Simon 1800 (2), 115.
Izzo 1773, 19.
Suckow 1781, 20.
Rondelet 1833, 198.
⁵⁵⁷Triest 1809, Bd. 1., 347.
Ziegler 1776, 30.
Schauplatz 1776, No. 45.
⁵⁵⁸Triest 1809, Bd. 1., 347.
⁵⁵⁹Triest 1809, Bd. 1., 347.
Helfenzrieder 1787, 48.
Bode 1804, 26.
Rondelet 1833, 212.
Triest 1809, Bd. 1., 364.
⁵⁶⁰Triest 1809, Bd. 1., 347.
Helfenzrieder 1787, 48.
Bode 1804, 26.
Ziegler 1776, 29, 30.
⁵⁶¹Bode 1804, 26.
Izzo 1773, 19.
⁵⁶²Triest 1809, Bd. 1., 375.
⁵⁶³Triest 1809, Bd. 1., 347.
Izzo 1773, 19.
Forster 1782, 77-82.
Belidor 1757, Buch 3., 16.
Schauplatz 1776, No. 45.
Helfenzrieder 1787, 48.
⁵⁶⁴Winkelmann 1762, 2, 3.
Vitruvius 1548, CXLIX.
Triest 1809, Bd. 1., 347.
Angermann 1766, 215.
Bode 1804, 26.
⁵⁶⁵Vitruvius 1548, CXLIX.
⁵⁶⁶Triest 1809, Bd. 1., 347.
⁵⁶⁷Ziegler 1776, 23.
⁵⁶⁸Vicat 1821, 284.
Ziegler 1776, 30.
Belidor 1757, Buch 3., 11.
Forster 1782, 50.
Suckow 1781, 20.
⁵⁶⁹Winkelmann 1762, 6, 7.
⁵⁷⁰Meinert 1796, 185, 188.
Forster 1782, 77-82.
Rudolph 1829, 32, 35.
Suckow 1781, 20.
Simon 1800 (2), 114, 115.
Rondelet 1833, 198.
Vicat 1821, 284.
⁵⁷¹Suckow 1781, 20.
⁵⁷²Manger 1785, 84.
Triest 1809, Bd. 1., 365.
⁵⁷³Triest 1809, Bd. 1., 348.
⁵⁷⁴Izzo 1773, 15.
⁵⁷⁵Meinert 1796, 204.
⁵⁷⁶Zedler 1737, 1589.
⁵⁷⁷Triest 1809, Bd. 1., 348.
⁵⁷⁸Zedler 1737, 1589.
Triest 1809, Bd. 1., 349.
⁵⁷⁹Meinert 1796, 204.
Triest 1809, Bd. 1., 347, 348.
⁵⁸⁰Nöthige 1732, 7.
⁵⁸¹Meinert 1796, 38.
⁵⁸²Zedler 1737, 1589.
Keferstein 1776, 209.
Triest 1809, Bd. 1., 80.
Holsche 1777, 93, 94.
Stieglitz 1792, Bd. 3., 571.
Meinert 1796, 128, 205.
Catel 1808, 14.
Sachs 1825, 11.
Linke 1850, 53, 54.
Izzo 1773, 19.
Romberg 1838, 3.
J.G.M. 1759, 163.
Krünitz 1796, 71.
Angermann 1766, 188.
Gilly 1800 (1), Bd. 1., 23.
Lange 1779, 259.
⁵⁸³Linke 1850, 54.
⁵⁸⁴Triest 1809, Bd. 1., 348.
Rudolph 1829, 31.
Zedler 1737, 1589.
⁵⁸⁵Bode 1804, 54.
Penther 1746-64, Bd. 1., 28.
Steiner 1803, 29.
Lange 1779, 154, 155.
Izzo 1773, 19.
Romberg 1838, 3.
Triest 1809, Bd. 1., 80.
Keferstein 1776, 209.
Stieglitz 1792, Bd. 3., 571.
J.G.M. 1759, 163.
Krünitz 1796, 71.
⁵⁸⁶J.G.M. 1760, 46.
Meinert 1796, 203.
Nöthige 1732, 7.
⁵⁸⁷Krünitz 1796, 116.
Landgrebe 1846, 197.
Lange 1779, 173, 174.
Rudolph 1829, 29.
Herrlich 1821, V.
Izzo 1773, 19.
Rommerdt 1828, 172.
Menzel 1847, 16.
Penther 1746-64, Bd. 1., 28.
⁵⁸⁸Rudolph 1829, 58.
⁵⁸⁹Nöthige 1732, 7.
⁵⁹⁰Polhem 1739, 189.
⁵⁹¹Izzo 1773, 15.
⁵⁹²Angermann 1766, 189.
⁵⁹³Triest 1809, Bd. 1., 348.
⁵⁹⁴Zedler 1737, 1589.
⁵⁹⁵Forster 1782, 4.
Accum 1826, Bd. 2., 136.
⁵⁹⁶Gilly 1799 (3), 131, 132, 133.
Triest 1809, Bd. 1., 356.
Rondelet 1833, 232.
Menzel 1847, 46.
Wolfram 1818, 137.
Accum 1826, Bd. 2., 136.
⁵⁹⁷Wolfram 1839, 24.
⁵⁹⁸Rondelet 1833, 232.
Accum 1826, Bd. 1., 148.
Manger 1785, 98.
Ziegler 1776, 28.
Gilly 1787, 25.
⁵⁹⁹Triest 1809, Bd. 1., 359.
Wolfram 1818, 137.
Keferstein 1776, 208, 218, 219.
⁶⁰⁰Gilly 1799 (3), 131.
Triest 1809, Bd. 1., 359.
Menzel 1847, 46.
Wolfram 1818, 137.
Gilly 1790, 7.
Linke 1850, 54.
⁶⁰¹Friederici 1799, 100, 102.
Wolfram 1818, 137.
⁶⁰²Wolfram 1818, 163.
⁶⁰³Gilly 1799 (3), 131, 133.
Triest 1809, Bd. 1., 356.
Manger 1785, 82.
Angermann 1766, 188.
⁶⁰⁴Keferstein 1776, 208.
⁶⁰⁵Triest 1809, Bd. 1., 356.
Wolfram 1818, 137.
Manger 1785, 86.
Meinert 1796, 205.
⁶⁰⁶Gilly 1799 (2), 113.
Gilly 1799 (3), 133.
Gilly 1790, 7.
Triest 1809, Bd. 1., 359.
Accum 1826, Bd. 2., 86.
Manger 1785, 79, 82, 87.
Meinert 1796, 205.
⁶⁰⁷Lange 1779, 261.
Helfenzrieder 1787, 30.
Gilly 1799 (1), 9.
Meinert 1796, 122.
Huth 1790, 212.
Manger 1785, 64.
Izzo 1773, 15.
Hirt 1809, 153.
Rondelet 1833, 232.
Forster 1782, 21, 27.
Wolfram 1812, 62.
⁶⁰⁸Redelykheid 1788, 63, 65.
⁶⁰⁹Redelykheid 1788, 65.
Ziegler 1776, 27.
Forster 1782, 22.
⁶¹⁰Simon 1800 (2), 89
Forster 1782, 26.
Helfenzrieder 1787, 30.
Manger 1785, 26.
⁶¹¹Vicat 1821, 282.
⁶¹²Accum 1826, Bd. 2., 131, 133.
⁶¹³Helfenzrieder 1787, 40.
Rudolph 1829, 32.
Menzel 1847, 61.
⁶¹⁴Succov 1751, 15.
Suckow 1781, 19.
Helfenzrieder 1787, 30, 40.
Manger 1785, 64.
Schmidt 1794, 4.
Rudolph 1829, 26.
Lamprecht 1787, 246.
⁶¹⁵Menzel 1847, 56.
Wolfram 1833 (2), 51.
⁶¹⁶Lamprecht 1787, 253.
Meinert 1796, 185.
Menzel 1847, 61.
⁶¹⁷Meinert 1796, 166, 185.
Triest 1809, Bd. 1., 316.
Hirt 1809, 153.
⁶¹⁸Meinert 1796, 185.
⁶¹⁹Helfenzrieder 1787, 39.
Wolfram 1839, 24.
⁶²⁰Simon 1800 (2), 106, 107.
⁶²¹Wolfram 1833 (2), 49, 50.
Romberg 1838, 2.
⁶²²Wolfram 1812, 60.
Rondelet 1833, 188, 189.
Wolfram 1812, 62.
Scholz 1984, 157.
Vicat 1821, 282, 283.
⁶²³Accum 1826, Bd. 2., 131, 133, 152.
Simon 1800 (2), 105.

- Notizblatt 1834, 19.
⁶²⁴Vicat 1821, 282, 283.
 Accum 1826. Bd. 2., 133.
⁶²⁵Rudolph 1829, 26.
⁶²⁶Forster 1782, 20,21.
⁶²⁷Suckow 1781, 21.
 Manger 1785, 70.
 Triest 1809. Bd. 1., 317.
⁶²⁸Simon 1800 (2), 105.
 Rondelet 1833, 196.
 Vicat 1821, 282, 283.
 Wolfram 1833 (1), 36.
⁶²⁹Menzel 1866 (1), 7.
 Menzel 1847, 59.
⁶³⁰Rudolph 1829, 26.
 Notizblatt 1834, 19.
 Rondelet 1833, 187.
 Menzel 1847, 59.
 Vicat 1821, 283, 284.
⁶³¹Menzel 1866 (1), 7.
⁶³²Vicat 1821, 286.
⁶³³Notizblatt 1847, 12,13.
⁶³⁴Accum 1826. Bd. 2., 167.
 Reinhold 1841 (1), 89.
 Vicat 1821, 287.
⁶³⁵Menzel 1847, 59.
 Menzel 1866 (1), 7.
 Menzel 1844 (1), 240
 Rondelet 1833, 187,190.
 Rudolph 1829, 26,32.
 Wedeke 1849, 57.
 Reinhold 1841 (1), 89.
 Wolfram 1833 (2), 104,105.
 Accum 1826. Bd. 2., 167.
 Vicat 1821, 283, 284.
 Wedeke 1849, 57.
 Notizblatt 1834, 19.
⁶³⁶Menzel 1847, 59.
⁶³⁷Wedeke 1849, 57.
 Vicat 1821, 288.
 Menzel 1847, 59.
 Rudolph 1829, 26.
 Accum 1826. Bd. 2., 174.
⁶³⁸Keferstein 1776, 206.
 Helfenzrieder 1787, 31.
⁶³⁹Lamprecht 1787, 247,
 250,261.
 Lange 1779, 264,266.
 Wolfram 1833 (2), 51-108.
 Rudolph 1829, 28.
⁶⁴⁰BLHA: Pr.Br.Rep. 7.
 Amt Potsdam Nr. 1468.
 Pfarrhaus in Langerwisch.
 10 Rückseite.
⁶⁴¹Lange 1779, 261.
 Rudolph 1829, 27.
 Wolfram 1833 (2), 49,50.
⁶⁴²Lamprecht 1787, 250,
 251.
⁶⁴³Helfenzrieder 1787, 31.
 Lamprecht 1787, 250,251.
 Lange 1779, 265.
⁶⁴⁴Manger 1785, 65.
⁶⁴⁵Ziegler 1776, 17.
⁶⁴⁶Helfenzrieder 1787, 34,
 35.
⁶⁴⁷Lamprecht 1787, 251,
 252.
⁶⁴⁸Meinert 1796, 205.
 Meinert 1797, 64.
⁶⁴⁹Lamprecht 1787, 251.
⁶⁵⁰Lange 1779, 265.
 Vicat 1821, 281.
 Keferstein 1776, 207.
⁶⁵¹Helfenzrieder 1787, 32.
 Succov 1751, 15.
 Suckow 1781, 19.
 Lange 1779, 266,267.
 Schmidt 1794, 4.
 Hirt 1809, 153.
⁶⁵²Keferstein 1776, 207.
⁶⁵³Krünitz 1802, 715.
 Triest 1809. Bd. 1., 317.
 Lange 1779, 266.
⁶⁵⁴Krünitz 1802, 715.
⁶⁵⁵Rondelet 1833, 208.
⁶⁵⁶Rudolph 1829, 32.
⁶⁵⁷Rondelet 1833, 233.
 Schauplatz 1776, No. 45.
⁶⁵⁸Ziegler 1776, 17.
 Holsche 1777, 90.
⁶⁵⁹Stark 1995, 69, 70.
⁶⁶⁰Triest 1809. Bd. 1., 364.
 Ziegler 1776, 28.
 Schauplatz 1776, 43.
⁶⁶¹Rondelet 1834, 313.
⁶⁶²Simon 1803, 70-81.
 Lamprecht 1787, 255.
⁶⁶³Helfenzrieder 1787, 30.
 Keferstein 1776, 206.
⁶⁶⁴Lange 1779, 263.
 Helfenzrieder 1787, 37.
⁶⁶⁵Lange 1779, 263.
⁶⁶⁶Helfenzrieder 1787, 31.
⁶⁶⁷Izzo 1773, 19.
 Manger 1785, 79.
 Schmidt 1794, 4.
 Lange 1779, 268.
⁶⁶⁸Simon 1803, 83
 Meinert 1796, 122.
 Lamprecht 1787, 255.
 Forster 1782, 21.
 Rudolph 1829, 29.
⁶⁶⁹Schauplatz 1776, 43.
⁶⁷⁰Lange 1779, 262,263.
 Helfenzrieder 1787, 32.
⁶⁷¹Wolfram 1818, 137.
 Schauplatz 1776, 43.
 Manger 1785, 68.
 Borheck 1792. Bd. 2., 89.
 Triest 1809. Bd. 1., 334.
 Helfenzrieder 1787, 39.
 Forster 1782, 51.
 Simon 1804, 78,82.
⁶⁷²Helfenzrieder 1787,
 167,168.
 Keferstein 1776, 208.
⁶⁷³Forster 1782, 51.
⁶⁷⁴Wolfram 1833 (2), 119.
 Simon 1804, 82.
⁶⁷⁵Simon 1804, 79
⁶⁷⁶Simon 1803, 69.
 Forster 1782, 51,52.
⁶⁷⁷Accum 1826. Bd. 2., 203.
 Triest 1809. Bd. 1., 334.
 Simon 1803, 69.
 Wolfram 1812, 105.
 Ziegler 1776, 31.
⁶⁷⁸Ziegler 1776, 31.
 Simon 1804, 78.
 Rosenthal 1830, 299.
⁶⁷⁹Simon 1804, 84,85.
⁶⁸⁰Hirt 1809, 153.
⁶⁸¹Simon 1803, 89.
 Helfenzrieder 1787, 31.
⁶⁸²Helfenzrieder 1787, 38.
⁶⁸³Simon 1803, 86,87.
 Keferstein 1776, 208.
 Lamprecht 1787, 255, 256.
⁶⁸⁴Simon 1803, 87.
 Helfenzrieder 1787, 32.
 Lange 1779, 268.
⁶⁸⁵Keferstein 1776, 208.
 Lange 1779, 269.
 Schmidt 1794, 4.
 Helfenzrieder 1787,
 32,31,39.
 Manger 1785, 79.
 Lamprecht 1787, 255.
⁶⁸⁶Holsche 1777, 102.
⁶⁸⁷Simon 1803, 89.
⁶⁸⁸Rondelet 1834, 315.
 Helfenzrieder 1787, 39.
⁶⁸⁹Lange 1779, 269.
⁶⁹⁰Wolfram 1812, 104,105.
 Helfenzrieder 1787, 37.
 Triest 1809. Bd. 1., 333,
 334.
 Lange 1779, 270.
⁶⁹¹Helfenzrieder 1787, 38.
⁶⁹²Simon 1803, 89.
⁶⁹³Forster 1782, 51,52.
 Simon 1804, 85.
⁶⁹⁴Wolfram 1812, 105.
⁶⁹⁵Rudolph 1829, 35.
 Meinert 1796, 188.
 Meinert 1797, 64.
 Triest 1809. Bd. 1., 364.
⁶⁹⁶Triest 1809. Bd. 1., 364.
 Rommerdt 1828, 52.
 Vicat 1821, 280, 281.
 Hirt 1809, 154.
 Rudolph 1829, 32,35.
 J.G.M. 1759, 164.
 J.G.M. 1760, 46.
 Meinert 1796, 185.
 Meinert 1797, 64.
 Menzel 1847, 44, 45.
⁶⁹⁷Forster 1782, 67,68.
 Vicat 1821, 280, 281.
 J.G.M. 1759, 164.
⁶⁹⁸J.G.M. 1759, 164.
⁶⁹⁹Rondelet 1833, 196.
 Triest 1809. Bd. 1., 364.
 Reinhold 1784, 257.
 Rommerdt 1828, 52,54.
 Rudolph 1829, 35.
 Succov 1751, 16.
 Suckow 1781, 20.
 Vicat 1821, 280,281.
 Ziegler 1776, 29, 30.
 Hirt 1809, 154.
 Huth 1790, 214.
 Accum 1826. Bd. 2., 155.
 Meinert 1797, 64.
 J.G.M. 1759, 164.
 J.G.M. 1760, 46.
⁷⁰⁰Meinert 1797, 64.
⁷⁰¹Vicat 1821, 280,281.
 Menzel 1847, 44, 45.
⁷⁰²J.G.M. 1759, 164.
 Forster 1782, 67,68.
 Hirt 1809, 154.
 Meinert 1796, 188.
 Ziegler 1776, 29,30.
⁷⁰³Menzel 1835, 308.
⁷⁰⁴Menzel 1847, 210.
⁷⁰⁵Helfenzrieder 1787, 42,
 43.
⁷⁰⁶Rondelet 1833, 215.
 Helfenzrieder 1787, 41.
⁷⁰⁷Wolfram 1812, 60.
⁷⁰⁸Voit 1821, 299.
⁷⁰⁹Meinert 1796, 186.
 Accum 1826. Bd. 2., 155.
 Helfenzrieder 1787, 41.
 Voit 1821, 299.
⁷¹⁰Meinert 1796, 186.
 Rondelet 1833, 216,217.
 Wolfram 1812, 59.
 Helfenzrieder 1787, 42, 43.
 Triest 1809. Bd. 1., 372.
⁷¹¹Helfenzrieder 1787, 42,
 43,144.
⁷¹²Lamprecht 1787, 253,
 254.
⁷¹³Triest 1809. Bd. 1., 372.
⁷¹⁴Lamprecht 1787, 253,254.
 Helfenzrieder 1787,
 40,143,144,168,169.
 Wolfram 1839, 25.
 Eytelwein 1805, 50.
 Voit 1821, 299.
⁷¹⁵Helfenzrieder 1787, 46.
⁷¹⁶Wolfram 1839, 25.
 Helfenzrieder 1787, 44,45.
⁷¹⁷Accum 1826. Bd. 2., 155.
 Rondelet 1833, 216,217.
⁷¹⁸Triest 1809. Bd. 1., 372.
 Wolfram 1812, 59.
 Rondelet 1833, 218.
⁷¹⁹Rudolph 1829, 34.
 Wolfram 1839, 25.
 Wolfram 1812, 59.
⁷²⁰Gilly 1799 (1), 11.
⁷²¹Polhem 1739, 191.
 Mitglieder 1798, 83.
 Manger 1785, 78,79.
 Ziegler 1776, 31.
⁷²²Leopold 1759, 21, 22.
⁷²³BLHA: , Pr. Br. Rep. 30
 A Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend von
 1795 bis 1809. 140.
 Manger 1785, 80.
⁷²⁴Rönne 1846, 621.
⁷²⁵BLHA: Pr.Br.Rep. 7.
 Amt Potsdam Nr. 1468.
 Pfarrhaus in Langerwisch.
 10.
⁷²⁶Krünitz 1802, 715,716.
 Triest 1809. Bd. 1., 359.
 Mitglieder 1798, 83.
 Menzel 1847, 47.
 BLHA: , Pr. Br. Rep. 30 A
 Berlin Nr. 17. Acta Bauwe-
 sen in hiesigen Residenzen
 betreffend von 1795 bis
 1809. 87.
 Rudolph 1829, 30.
⁷²⁷Manger 1785, 79.
 Leopold 1759, 21, 22.
⁷²⁸Manger 1785, 79.
 Leopold 1759, 21, 22.
 Krünitz 1802, 715,716.
⁷²⁹Succov 1751, 15.
 Suckow 1781, 19.
⁷³⁰Manger 1785, 64,79.
 Schmidt 1794, 4.
 Izzo 1773, 19.
 Lange 1779, 268.
⁷³¹Izzo 1773, 19.
⁷³²Mitglieder 1798, 83.
 Menzel 1847, 47.
 BLHA: , Pr. Br. Rep. 30 A
 Berlin Nr. 17. Acta Bauwe-
 sen in hiesigen Residenzen
 betreffend von 1795 bis
 1809. In Mandatum des
 Gouvernements und Policei
 Directorii vom 21. Nov.
 1754. 140.
 Manger 1785, 79.

- Triest 1809. Bd. 1., 359.
 Rönne 1846, 621.
 Polhem 1739, 189.
⁷³³Polhem 1739, 191.
 Manger 1785, 80.
 Triest 1809. Bd. 1., 359.
⁷³⁴J.G.M. 1760, 35.
⁷³⁵Manger 1785, 79.
⁷³⁶Leopold 1759, 36.
 Hinweis UDB Brandenburg,
 Fr. Heineken und Hr. Müller
⁷³⁷J.G.M. 1759, 159.
⁷³⁸Succov 1751, 37.
⁷³⁹Rudolph 1829, 46.
⁷⁴⁰Perrault 1757, 43.
 Schauplatz 1774, No. 13.
 Keferstein 1776, 218.
 Meinert 1796, 410.
 Menzel 1847, 104,146.
 Helfenzrieder 1787, 54, 55.
 Gilly 1799 (1), 23.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 228.
 Redelykheid 1788, 7.
 Wolfram 1818, 140,141.
 Bleichrodt 1830. Bd. 2.,
 406.
 Durand 1831. Bd. 1., 24.
 Schinkel 1835, 1.
 Rommerdt 1828, 80.
⁷⁴¹Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 231.
 Romberg 1838, 7.
⁷⁴²Helfenzrieder 1787, 176.
 Sturm 1699, 140.
 Milizia 1824. Bd. 3., 225.
 Rosenthal 1830, 296.
 Heigelin 1828, 42.
 Voch 1782, 55.
 Meinert 1796, 416-417.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 230,231.
 Wolfram 1818, 141,147.
 Rommerdt 1828, 81,89.
⁷⁴³Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 231.
 Wolfram 1818, 141.
⁷⁴⁴Romberg 1838, 7.
⁷⁴⁵Wolfram 1818, 141.
⁷⁴⁶Wolfram 1818, 141.
⁷⁴⁷Meinert 1796, 416.
⁷⁴⁸Wolfram 1818, 138.
⁷⁴⁹Helfenzrieder 1787, 28.
 Wolfram 1818, 191.
⁷⁵⁰Gilly 1790, 7.
⁷⁵¹Böthcke 1795, 16.
 Krünitz 1796, 108.
⁷⁵²Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 231.
⁷⁵³Romberg 1838, 9-11.
 Schinkel 1835. 1 Teil., 1. 2
 und 2. 1.
⁷⁵⁴Redelykheid 1788, 3.
 Meinert 1796, 412.
⁷⁵⁵Laugier 1758, 104.
 Breymann 1856, 188.
 Rondelet 1834, 294.
⁷⁵⁶Schinkel 1835, 1.
 Bode 1804, 46.
 Pisternik 1947, 13.
 Meinert 1796, 412.
 Wolfram 1818, 141.
⁷⁵⁷Redelykheid 1788, 3,4,99.
 Wolfram 1818, 141.
⁷⁵⁸Redelykheid 1788, 2,3.
 Schinkel 1835, 1.
 Bode 1804, 46.
- Pisternik 1947, 13.
 Meinert 1796, 412.
⁷⁵⁹Krünitz 1802, 742.
⁷⁶⁰Redelykheid 1788, 1,5.
⁷⁶¹Redelykheid 1788, 10.
⁷⁶²Redelykheid 1788, 1,5.
⁷⁶³Wolfram 1818, 141.
⁷⁶⁴Wolfram 1818, 141.
⁷⁶⁵Angermann 1766, 148.
⁷⁶⁶Angermann 1766, 148.
⁷⁶⁷Krünitz 1802, 742.
⁷⁶⁸Redelykheid 1788, 3.
⁷⁶⁹Krünitz 1802, 742.
⁷⁷⁰Rudolph 1829, 40.
 Wolfram 1818, 138.
⁷⁷¹Bode 1804, 46.
 Pisternik 1947, 13.
 Wolfram 1818, 141,142.
 Schinkel 1835, 1.
 Rudolph 1829, 49.
⁷⁷²Krünitz 1802, 501,502.
⁷⁷³Rommerdt 1828, 81.
 Meinert 1796, 415.
⁷⁷⁴Rommerdt 1828, 81.
 Romberg 1838, 7.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 228.
 Wolfram 1818, 141,142.
 Schinkel 1835, 1.
 Rudolph 1829, 49.
⁷⁷⁵Rommerdt 1828, 81.
⁷⁷⁶Wolfram 1818, 141,142.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 230.
 Rudolph 1829, 49.
 Rommerdt 1828, 81.
 Romberg 1838, 7.
⁷⁷⁷Heusden 1833, 101.
⁷⁷⁸Redelykheid 1788, 47.
⁷⁷⁹Redelykheid 1788, 28, 30.
⁷⁸⁰Eytelwein (1805) 1820,
 52.
 Wolfram 1818, 174,176.
⁷⁸¹Eytelwein (1805) 1820,
 52.
 Wolfram 1818, 174,176.
⁷⁸²Bode 1804, 46,47.
 Redelykheid 1788, 17.
⁷⁸³Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 237.
 Rondelet 1834, 306.
 Sax 1807, 11,12.
 Redelykheid 1788,
 17,18,20.
⁷⁸⁴Wolfram 1833 (2), 19.
 Helfenzrieder 1787, 28.
 Wolfram 1818, 147.
⁷⁸⁵Redelykheid 1788, 17,21.
 Sax 1807, 11,12.
 Schinkel 1835. 1 Teil., 2. 1
 u. 2. Taf. IV.
 Wolfram 1818, 146.
 Wolfram 1839, 10.
 Breymann 1856, 8.
⁷⁸⁶Perrault 1757, 43.
 Redelykheid 1788, 17.
⁷⁸⁷Krünitz 1802, 535.
 Redelykheid 1788, 17,18.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 237.
 Bode 1804, 47.
 Linke 1850, 50.
⁷⁸⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 237.
 Redelykheid 1788, 17,18.
⁷⁸⁹Gilly 1795, 65.
⁷⁹⁰Wolfram 1839, 10.
 Rondelet 1834, 306.
- ⁷⁹¹Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 237.
 Rondelet 1834, 306.
⁷⁹²Sax 1807, 11,12.
 Breymann 1856, 8.
⁷⁹³Wenzel 1994, 139-140.
⁷⁹⁴Redelykheid 1788, 21.
⁷⁹⁵Gilly 1795, 65.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 237.
 Wolfram 1818, 147.
 Redelykheid 1788, 21.
 Bode 1804, 47.
 Sax 1807, 11,12.
 Breymann 1856, 8.
 Wolfram 1839, 10.
⁷⁹⁶Krünitz 1802, 535.
⁷⁹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 237.
⁷⁹⁸Schinkel 1835. 1 Teil., 2.
 1 2. Taf. IV.
⁷⁹⁹Goldmann 1699. Buch 1.,
 68.
 Büsch 1800, 149.
 Vitruvius 1987, 78,79.
 Rommerdt 1828, 89.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 238.
 Hirt 1809, 151.
 Wolfram 1818, 145.
 Schinkel 1835, 1.
 Wolfram 1839, 10.
 Romberg 1838, 7.
 Menzel 1847, 153.
 Helfenzrieder 1787, 68.
⁸⁰⁰Vitruvius 1987, 78,79.
⁸⁰¹Bleichrodt 1848, 159.
 Hirt 1809, 151.
 Menzel 1847, 148.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 230.
 Wolfram 1818, 155.
 Wolfram 1839, 11.
 Rondelet 1834, 5,294.
⁸⁰²Redelykheid 1788, 3.
⁸⁰³Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 238.
 Milizia 1824. Bd. 3., 125.
 Wolfram 1818, 145.
 Wolfram 1839, 10.
 Rudolph 1829, 52.
 Romberg 1838, 7.
 Linke 1850, 48.
 Breymann 1856, 8.
⁸⁰⁴Wasmuth 1932, 695.
⁸⁰⁵Boeckler 1698, Fol. 25.
 Palladio 1984, 35. Abb. 7.
⁸⁰⁶Sandrart 1679. Teil 1, 9.
⁸⁰⁷Perrault 1757, 44.
⁸⁰⁸Helfenzrieder 1787, 69.
⁸⁰⁹Helfenzrieder 1787,
 57,63,70,76.
⁸¹⁰Helfenzrieder 1787,
 58,71.
⁸¹¹Helfenzrieder 1787, 77.
 Wolfram 1838, 55.
⁸¹²Helfenzrieder 1787,
 58,70,76.
⁸¹³Helfenzrieder 1787, 58.
 Wolfram 1838, 44.
⁸¹⁴Helfenzrieder 1787, 64.
⁸¹⁵Helfenzrieder 1787, 78.
⁸¹⁶Helfenzrieder 1787, 58.
⁸¹⁷Krünitz 1802, 510.
⁸¹⁸Winkelmann 1762, 15.
 Stieglitz 1801, 269,272.
⁸¹⁹Rondelet 1834, 4.
⁸²⁰Wolfram 1838, 44.
⁸²¹Hirt 1809, 151.
- Menzel 1847, 148.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 230.
 Wolfram 1839, 11.
⁸²²Wiebeking 1826, 272.
⁸²³Krünitz 1802, 510.
⁸²⁴Helfenzrieder 1787, 58.
 Perrault 1757, 44.
⁸²⁵Wolfram 1838, 55.
⁸²⁶Wiebeking 1826, 272.
⁸²⁷Wiebeking 1826, 272.
⁸²⁸Rommerdt 1828, 172.
⁸²⁹Meinert 1796, Tafel V.
⁸³⁰Redelykheid 1788, 9.
 Wolfram 1818, 142,144.
 Schinkel 1835. 1 Teil., 1.
 Daviler 1699, 210.
 Schauplatz 1774, 13.
 Romberg 1838, 7.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 231.
⁸³¹Koepf 1985, 260,261.
⁸³²Pevsner 1987, 402.
 Koepf 1985, 260.
⁸³³Ahnert 1991. Bd. 1., 36.
⁸³⁴Schinkel 1835, 1.
 Bode 1804, 46.
 Pisternik 1947, 13.
 Meinert 1796, 412.
⁸³⁵Meinert 1796, 418.
 Breymann 1856, 7.
 Linke 1850, 47.
⁸³⁶Cante 1992, 39.
⁸³⁷Palladio 1984, 34. Abb.
 5. / 292,293. Abb. 122,123.
⁸³⁸Schauplatz 1774, 13.
 Romberg 1838, 7.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 231.
 Rudolph 1829, 49.
 Rommerdt 1828, 82.
 Hirt 1809, 151.
 Menzel 1847, 148.
 Breymann 1856, 6.
 Linke 1850, 47.
⁸³⁹Redelykheid 1788, 9.
⁸⁴⁰Breymann 1856, 6.
 Linke 1850, 47.
⁸⁴¹Triest 1809. Bd. 1., 83.
⁸⁴²Rondelet 1834, 6.
 Vitruvius 1987. Erläuterun-
 gen zu den Abb., 7. Fig. 8.
⁸⁴³Redelykheid 1788, 9.
 Helfenzrieder 1787, 55.
 Meinert 1796, 418.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 230,235.
 Wolfram 1818, 143, 144.
 Wolfram 1839, 8,9.
 Rommerdt 1828, 82.
 Rudolph 1829, 51.
 Rondelet 1834, 5.
 Schinkel 1835. 1 Teil., 1.
 Romberg 1838, 7.
 Menzel 1847, 148.
⁸⁴⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 235.
 Wolfram 1818, 143, 144.
⁸⁴⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
 235.
 Rudolph 1829, 51.
 Redelykheid 1788, 9.
 Helfenzrieder 1787, 55.
⁸⁴⁶Schinkel 1835. 1 Teil., 1.
 Wolfram 1818, 143, 144.
 Wolfram 1839, 8,9.
⁸⁴⁷Redelykheid 1788, 3.
 Wolfram 1818, 131.
 Laugier 1758, 104.

- Büsch 1800, 70,71.
 Meinert 1796, 449.
 Bleichrodt 1848, 159.
 Breymann 1856, 189.
⁸⁴⁸Rommerdt 1828, 85.
⁸⁴⁹Redelykheid 1788, 9.
 Wolfram 1818, 144,145.
 Breymann 1856, 7.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 235.
⁸⁵⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 235.
⁸⁵¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 235.
⁸⁵²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 231,235.
 Krünitz 1802, 743-746.
 Wolfram 1818, 142.
 Rudolph 1829, 51.
⁸⁵³Meinert 1796, 412.
 Wolfram 1818, 142.
 Wolfram 1839, 8.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 231.
 Meinert 1796, 416,417.
⁸⁵⁴Redelykheid 1788, 9.
⁸⁵⁵Meinert 1796, 419.
⁸⁵⁶Bartmann-Kompa 1990, 43,44.
⁸⁵⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 231.
 Bode 1804, 46.
 Krünitz 1802, 743-746.
 Rommerdt 1828, 85.
⁸⁵⁸Friderici 1799, 102.
 Meinert 1796, 419.
 Rommerdt 1828, 85.
⁸⁵⁹Angermann 1766, 226.
 Breymann 1856, 67.
⁸⁶⁰Redelykheid 1788, 33, 34.
 Perrault 1757, 46.
 Lange 1779, 149.
 Heigelin 1828, 59.
 Romberg 1838, 25,26.
⁸⁶¹Sturm 1699, 140.
 Helfenzrieder 1787, 143,176.
⁸⁶²Breymann 1856, 58.
⁸⁶³Helfenzrieder 1787, 143,176.
 Breymann 1856, 58.
 Rosenthal 1830, 296.
⁸⁶⁴Schübler 1735, 48.
 Rondelet 1834, 319.
 Linke 1850, 69.
 Breymann 1856, 67.
⁸⁶⁵Sturm 1699, 141.
 Rondelet 1834, 318.
 Linke 1850, 72.
 Polhem 1739, 191.
⁸⁶⁶Meinert 1797, 31.
⁸⁶⁷Helfenzrieder 1787, 167.
⁸⁶⁸Angermann 1766, 151.
⁸⁶⁹Helfenzrieder 1787, 167.
⁸⁷⁰Gilly 1806, 78.
⁸⁷¹Leupold 1726, Tab. XXXIV. Fig. III.
 Helfenzrieder 1787, 167.
⁸⁷²Redelykheid 1788, 32.
 Meinert 1797, 52.
⁸⁷³Schmidt 1794, 16.
⁸⁷⁴Redelykheid 1788, 32.
⁸⁷⁵Redelykheid 1788, 34.
⁸⁷⁶Rondelet 1834, 139.
⁸⁷⁷Moller 1844, 1,2.
 Breymann 1856, 59.
⁸⁷⁸Pisternik 1947, 70, 71.
⁸⁷⁹Linke 1850, 70.
 Breymann 1856, 59.
⁸⁸⁰Notizblatt 1833, 10.
 Breymann 1856, 59.
⁸⁸¹Peschken 1968, 23.
 Peschken 1979, 64.
⁸⁸²Breymann 1856, 58.
⁸⁸³Pisternik 1947, 70, 71.
⁸⁸⁴Wiebeking 1826, 234.
 Rondelet 1834, 318.
⁸⁸⁵Gilly 1806, 77.
 Rondelet 1834, 318.
⁸⁸⁶Helfenzrieder 1787, 143,144.
 Gilly 1800 (1), 209.
⁸⁸⁷Helfenzrieder 1787, 176.
⁸⁸⁸Rosenthal 1830, 296.
⁸⁸⁹Meinert 1797, 52.
⁸⁹⁰Glossarium 1973, 121.
 Hoffmann 1845, 172.
⁸⁹¹Hart 1965, 16.
 Koßmann 1913, 112.
⁸⁹²Sturm 1699, 140.
 Helfenzrieder 1787, 143,144.
 Gilly 1800 (1), 209.
⁸⁹³Helfenzrieder 1787, 143,144.
⁸⁹⁴Koßmann 1913, 112.
⁸⁹⁵Moller Heft III. o. Jg., 4.
 Breymann 1856, 68.
⁸⁹⁶Koßmann 1913, 112.
⁸⁹⁷Hart 1965, 16.
 Glossarium 1973, 122.
⁸⁹⁸Hart 1965, 16.
 Koßmann 1913, 112.
⁸⁹⁹Hart 1965, 16.
 Hoffmann 1845, 172.
 Rondelet 1834, 316.
⁹⁰⁰Hart 1965, 16,18.
⁹⁰¹Schübler 1735, 47.
⁹⁰²Hart 1965, 16.
⁹⁰³Hoffmann 1845, 172.
⁹⁰⁴Glossarium 1973, 121.
⁹⁰⁵J.G.M. 1760, 49.
 Anweisung 1827, 15.
⁹⁰⁶Triest 1809. Bd. 2., 407.
 Schinkel 1835, 6.
⁹⁰⁷Helfenzrieder 1787, 143,144.
 Gilly 1800 (1), 209.
⁹⁰⁸Breymann 1856, 67.
 Schübler 1735, 47.
⁹⁰⁹Breymann 1856, 67.
⁹¹⁰Gilly 1800 (1), 212.
⁹¹¹Schübler 1735, 47.
⁹¹²Lassaulx 1829 (1), 318,320.
⁹¹³Schübler 1735, 47.
⁹¹⁴Berson 1804, 52.
⁹¹⁵Schübler 1735, 42,47.
⁹¹⁶Sax 1807, 41.
⁹¹⁷Hoffmann 1845, 172.
⁹¹⁸Koßmann 1913, 112.
⁹¹⁹Schübler 1735, 47.
⁹²⁰Schübler 1735, 42,47,52,53.
 Gilly 1800 (1), 214- 216.
 Meinert 1797, 50.
 Wolfram 1818, 190.
 Rudolph 1829, 108.
 Linke 1850, 94.
 Breymann 1856, 68.
⁹²¹Breymann 1856, 68.
⁹²²Meinert 1797, 50.
⁹²³Wolfram 1818, 190.
 Meinert 1797, 50.
 Breymann 1856, 67.
⁹²⁴Breymann 1856, 68.
⁹²⁵Berson 1804, 52.
 Rudolph 1829, 112.
 Linke 1850, 94.
⁹²⁶Wolfram 1818, 190.
⁹²⁷Meinert 1797, 50.
⁹²⁸Meinert 1797, 50.
⁹²⁹Linke 1850, 94.
⁹³⁰Linke 1850, 97,98.
 Hart 1965, 16.
⁹³¹Hart 1965, 16.
 Koßmann 1913, 113.
⁹³²Wolfram 1818, 190.
⁹³³Rudolph 1829, 112.
 Meerwein 1802, 228.
⁹³⁴Schübler 1735, 47.
 Rudolph 1829, 108.
 Breymann 1856, 68.
⁹³⁵Rudolph 1829, 108.
⁹³⁶Berson 1804, 52.
 Menzel 1847, 200.
 Dietlein 1823, 1.
 Schübler 1735, 42.
 Meinert 1797, 51.
 Wolfram 1818, 190.
⁹³⁷Breymann 1856, 67.
 Dietlein 1823, 1.
 Menzel 1847, 200.
 Linke 1850, 97,98.
 Wolfram 1818, 190.
⁹³⁸Meinert 1797, 51.
 Rudolph 1829, 110.
⁹³⁹Koßmann 1913, 113.
⁹⁴⁰Helfenzrieder 1787, 143,144.
 Schmidt 1794, 16.
⁹⁴¹Rondelet 1834, 316.
⁹⁴²Menzel 1845, 48.
⁹⁴³Wolfram 1818, 205.
 Menzel 1835, 301.
 Menzel 1847, 157, 158.
 Menzel 1866 (2), 2.
 Romberg 1838, 34.
⁹⁴⁴Keferstein 1776, 170.
 Heigelin 1828, 75.
⁹⁴⁵Linke 1850, 101.
 Breymann 1856, 74.
⁹⁴⁶Espie 1760, 3.
 Büsch 1800, 165.
 Romberg 1838, 45.
 Linke 1850, 103.
⁹⁴⁷Steiner 1803, 8.
 Espie 1760, 4.
⁹⁴⁸Schinkel 1835, 9.
 Rödlich 1826, 111.
 Breymann 1856, 86.
⁹⁴⁹Helfenzrieder 1787, 158,162.
 Wiebeking 1826, 234.
 Steiner 1803, 2.
 Schinkel 1835, 9.
 Rommerdt 1828, 150.
 Romberg 1838, 45.
 Patte 1769, 70,Pl. II.
 Menzel 1847, 210.
⁹⁵⁰Helfenzrieder 1787, 163.
 Rödlich 1826, 111.
 Espie 1760, 11.
 Rondelet 1834, 323.
 Rommerdt 1828, 150.
⁹⁵¹Rödlich 1826, 109.
 Espie 1760, 7.
⁹⁵²Steiner 1803, 6,7.
 Meinert 1797, 59.
⁹⁵³Steiner 1803, 8.
⁹⁵⁴Helfenzrieder 1787, 164.
⁹⁵⁵Friderici 1800, 82,83.
⁹⁵⁶Friderici 1800, 81,82.
⁹⁵⁷Wolfram 1818, 205.
 Menzel 1835, 301.
 Menzel 1847, 157, 158.
 Menzel 1866 (2), 2.
 Romberg 1838, 34.
⁹⁵⁸Rondelet 1835, 295.
⁹⁵⁹Heigelin 1828, 58.
⁹⁶⁰Romberg 1838, 34.
⁹⁶¹Menzel 1866 (2), 2.
 Hart 1965, 17.
⁹⁶²Hart 1965, 17.
⁹⁶³Wolfram 1818, 205.
 Menzel 1835, 301,302.
 Menzel 1847, 157,158,163.
 Menzel 1866 (2), 2.
 Rondelet 1834, 109.
⁹⁶⁴Breymann 1856, 66.
⁹⁶⁵Widmann 1839, 14,15.
 Breymann 1856, 68.
⁹⁶⁶Widmann 1839, 14.
 Breymann 1856, 68.
⁹⁶⁷Widmann 1839, 14.
 Breymann 1856, 68.
⁹⁶⁸Krünitz 1796, 116.
 Krünitz 1802, 515.
 Rommerdt 1828, 82,86.
 Sachs 1831, 50,51.
 Romberg 1838, 1,2,5,9-11.
 Wolfram 1818, 148.
⁹⁶⁹Rommerdt 1828, 82.
 Sachs 1831, 50,51.
⁹⁷⁰Breymann 1856, 188.
 Bode 1804, 46,47.
⁹⁷¹Maillard 1817. Bd. 1., XII.
 Helfenzrieder 1787, 142.
 Zedler 1735, 1396.
 Krünitz 1788, 341.
 Bleichrodt 1848, 165.
⁹⁷²Rudolph 1829, 109.
⁹⁷³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 208.
⁹⁷⁴Wolfram 1818, 195.
 Linke 1850, 69.
 Rudolph 1829, 105.
⁹⁷⁵Anweisung 1827, 18.
⁹⁷⁶Rudolph 1829, 105.
 Breymann 1856, 67.
⁹⁷⁷Linke 1850, 73.
⁹⁷⁸Linke 1850, 74.
⁹⁷⁹Sax 1807, 46.
 Heusden 1833, 102.
 Förster 1850, 181.
⁹⁸⁰Flaminus 1836 (2), 10.
 Notizblatt 1834, 17.
⁹⁸¹Menzel 1847, 209.
 Linke 1850, 96.
 Breymann 1856, 85,92.
⁹⁸²Breymann 1856, 77.
⁹⁸³Breymann 1856, 75.
⁹⁸⁴Lamprecht 1787, 252.
 Keferstein 1776, 207, 208.
⁹⁸⁵Voch 1782, 55.
 Forster 1782, 61,62.
 Büsch 1800, 137.
⁹⁸⁶Wolfram 1833 (1), 36.
⁹⁸⁷Notizblatt 1834, 19.
 Menzel 1844 (1), 240.
⁹⁸⁸Accum 1826. Bd. 2., 203.
 Schauplatz 1776. 3. Jg., 43.
 Wolfram 1818, 136.
⁹⁸⁹Wolfram 1839, 25.

3. HERSTELLUNGSTECHNIKEN

- ⁹⁹⁰Redelykheid 1788, 99, 100.
⁹⁹¹Redelykheid 1788, 99, 100.
 Angermann 1766, 147.
 Wolfram 1839, 24.
 Wolfram 1818, 135.
 Milizia 1824. Bd. 3., 36.
⁹⁹²Milizia 1824. Bd. 3., 36.
⁹⁹³Helfenzrieder 1787, 25, 27.
 Simon 1800 (2), 105.
⁹⁹⁴Breymann 1856, 193.
⁹⁹⁵Meinert 1796, 437.
⁹⁹⁶Helfenzrieder 1787, 56.
 Triest 1809. Bd. 1., 121, Bd. 2. 386.
 Menzel 1847, 147.
 Eytelwein 1805, 38.
 Linke 1850, 45.
 Accum 1826. Bd. 2., 136.
 Huth 1790, 206.
 Wiebeking 1826, 262.
 Wolfram 1839, 24.
⁹⁹⁷Accum 1826. Bd. 2., 136.
⁹⁹⁸Eytelwein 1805, 38.
 Wolfram 1839, 24.
⁹⁹⁹Gilly 1831. Bd. 1., 70, 71.
¹⁰⁰⁰Rudolph 1829, 54.
¹⁰⁰¹Krünitz 1796, 112.
¹⁰⁰²Gilly 1805. Bd. 2., 76, 77.
 Wolfram 1818, 191.
 Rudolph 1829, 55.
¹⁰⁰³Gilly 1799 (2), 114, 115.
¹⁰⁰⁴Hinweis Hr. Henze Bundesbaudirektion
¹⁰⁰⁵Helfenzrieder 1787, 59, 60, 65.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 652.
¹⁰⁰⁶Helfenzrieder 1787, 62.
¹⁰⁰⁷Hecker 1797, 180.
¹⁰⁰⁸Keferstein 1776, 173, 174-176.
 Leopold 1759, 73.
¹⁰⁰⁹Triest 1809. Bd. 2., 374.
¹⁰¹⁰Keferstein 1776, 209, 220.
 Manger 1785, 82.
 Triest 1809. Bd. 1., 80, 99.
 Lange 1779, 175.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 721.
 Goldfus 1794, 32.
¹⁰¹¹Hinweis C. Ziegert. TU Berlin
¹⁰¹²Goldmann 1699. Buch 1., 68.
¹⁰¹³Meinert 1796, 255.
¹⁰¹⁴Goldmann 1699. Buch 1., 68.
 Keferstein 1776, 219.
¹⁰¹⁵Keferstein 1776, 219.
¹⁰¹⁶Ziegler 1776, 30.
¹⁰¹⁷Accum 1826. Bd. 2., 187.
¹⁰¹⁸Ziegler 1776, 30.
 Triest 1809. Bd. 1., 381.
 Forster 1782, 18, 19, 20.
¹⁰¹⁹Ehrenberg 1837 (1), 19.
 Meinert 1796, 185.
¹⁰²⁰Forster 1841, 128.
¹⁰²¹Forster 1841, 128.
¹⁰²²Crelle 1829 (1), 93.
¹⁰²³Crelle 1829 (1), 91, 92.
¹⁰²⁴Crelle 1829 (1), 93.
¹⁰²⁵Lange 1779, 293, 294.
 Manger 1785, 105.
 Goldfus 1794, 16.
¹⁰²⁶Meinert 1797, 385.
 Lange 1779, 301.
 Krünitz 1796, 58.
 Dalberg 1792, 5.
 Felbiger 1783, 54.
 Keferstein 1776, 209, 223.
 Gilly 1799 (1), 21.
 Triest 1809. Bd. 1., 317.
¹⁰²⁷Lange 1779, 174, 260.
 Gilly 1790, 13.
 Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
 Bode 1804, 55.
 Triest 1809. Bd. 1., 99.
¹⁰²⁸Meinert 1796, 445.
¹⁰²⁹Gilly 1787, 26.
¹⁰³⁰Hecker 1797, 180.
 Sachs 1825, 55.
¹⁰³¹Linke 1845, 46.
¹⁰³²Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
¹⁰³³Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
¹⁰³⁴Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
¹⁰³⁵Bode 1804, 56.
¹⁰³⁶Triest 1809. Bd. 1., 362.
 Sachs 1825, 56.
¹⁰³⁷Bode 1804, 48.
 Menzel 1837, 6.
 Böthcke 1795, 13.
¹⁰³⁸Accum 1826. Bd. 2., 181.
 Triest 1809. Bd. 1., 381.
 Gilly 1790, 9.
 Catel 1808, 27.
 Meinert 1796, 437.
 Hecker 1797, 180.
 Menzel 1837, 6.
 Wolfram 1818, 142, 260.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 23, 24.
¹⁰³⁹Menzel 1837, 5.
 Dalberg 1792, 11.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 656.
 Krünitz 1796, 75.
 Catel 1808, 27.
¹⁰⁴⁰Catel 1808, 27.
 Gilly 1790, 9.
¹⁰⁴¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 35.
 Meinert 1796, 445.
 Triest 1809. Bd. 1., 361.
¹⁰⁴²Krünitz 1796, 75.
 Keferstein 1776, 224.
 Meinert 1796, 450.
¹⁰⁴³Linke 1845, 47.
 Bode 1804, 56.
 Lange 1779, 301.
 Krünitz 1796, 75.
¹⁰⁴⁴Gilly 1787, 24.
¹⁰⁴⁵Dalberg 1792, 11.
 Sachs 1825, 59.
¹⁰⁴⁶Krünitz 1802, 517.
 Rödlich 1826, 28, 29.
 Sachs 1825, 58.
¹⁰⁴⁷Accum 1826. Bd. 2., 181.
¹⁰⁴⁸Accum 1826. Bd. 2., 181.
¹⁰⁴⁹Accum 1826. Bd. 2., 181.
¹⁰⁵⁰J.G.M. 1760, 35.
¹⁰⁵¹Notizblatt 1834, 19.
¹⁰⁵²Lange 1779, 289.
 Wolfram 1818, 239.
¹⁰⁵³Krünitz 1802, 510, 511.
 Wolfram 1818, 262.
¹⁰⁵⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 141.
 Manger 1785, 80.
 Meinert 1797, 203.
 Wolfram 1833 (2), 8-10.
¹⁰⁵⁵Triest 1809. Bd. 1., 356, 357.
¹⁰⁵⁶Meinert 1796, 203.
¹⁰⁵⁷J.G.M. 1760, 35.
¹⁰⁵⁸Nöthige 1732, 5.
 Helfenzrieder 1787, 215.
 Schmidt 1790, 52.
 Manger 1785, 80.
¹⁰⁵⁹Nöthige 1732, 5.
¹⁰⁶⁰Schübler 1735, 32.
 J.G.M. 1760, 35.
 Keferstein 1776, 211.
 Rommerdt 1828, 54, 55.
 Triest 1809. Bd. 1., 375.
 Wolfram 1812, 62.
 Wolfram 1818, 136.
 Meinert 1796, 188.
 Accum 1826. Bd. 2., 160.
 Wolfram 1833 (2), 109-111.
 Penther 1746-64. T. 2., 10.
¹⁰⁶¹Manger 1785, 80.
 Schmidt 1790, 52.
¹⁰⁶²Schübler 1735, 32.
 Milizia 1824. Bd. 3., 136.
¹⁰⁶³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 141.
 Manger 1785, 80.
 Meinert 1797, 203.
¹⁰⁶⁴Accum 1826. Bd. 1., 38.
¹⁰⁶⁵Nöthige 1732, 5.
¹⁰⁶⁶Nöthige 1732, 6.
 Menzel 1847, 160.
¹⁰⁶⁷Forster 1843, 90-95.
¹⁰⁶⁸Ziegler 1776, 26.
¹⁰⁶⁹Wolfram 1839, 33.
 Krieger 1856, 116.
¹⁰⁷⁰Accum 1826. Bd. 1., 38.
 Linke 1850, 87, 88.
 Krieger 1856, 116.
¹⁰⁷¹Triest 1809. Bd. 1., 81, 87.
 Friederici 1799, 100.
 Menzel 1847, 115.
 Gilly 1799 (1), 27.
 Gilly 1790, 8.
 Rudolph 1829, 54.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 645.
¹⁰⁷²Gilly 1787, 34.
¹⁰⁷³Catel 1808, 25.
 Lange 1779, 159, 298.
 Felbiger 1783, 54.
 Gilly 1800 (1) Bd. 1., 23.
 Accum 1826. Bd. 2., 81.
 Gilly 1787, 15.
 Gilly 1799 (1), 27.
 Gilly 1790, 8.
 Sax 1807, 18.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 66.
 Triest 1809. Bd. 1., 81.
 Menzel 1847, 115.
 Böthcke 1795, 9.
 Suckow 1781, 85.
 Friederici 1799, 100.
 Hirt 1809, 145.
 Hecker 1797, 180.
 Goldfus 1794, 32.
 Meinert 1796, 446.
 Krünitz 1796, 56.
 Manger 1785, 98, 99.
 Rudolph 1829, 57, 59.
¹⁰⁷⁴Faerber 1920, 177.
¹⁰⁷⁵Gilly 1779, 159.
¹⁰⁷⁶Stieglitz 1792. Bd. 3., 645.
 Lange 1779, 298.
 Gilly 1787, 15.
¹⁰⁷⁷Suckow 1781, 85.
¹⁰⁷⁸Hecker 1797, 181.
 Gilly 1799 (1), 27.
 Böthcke 1795, 9.
 Rudolph 1829, 57, 59.
¹⁰⁷⁹Lange 1779, 159.
¹⁰⁸⁰Meinert 1796, 447.
¹⁰⁸¹Lange 1779, 301.
¹⁰⁸²Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
¹⁰⁸³Sachs 1825, 84, 86.
¹⁰⁸⁴Gilly 1799 (1), 20.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 23.
 Triest 1809. Bd. 1., 81.
¹⁰⁸⁵Menzel 1847, 115.
¹⁰⁸⁶Müller 1851, 27.
¹⁰⁸⁷Mitglieder 1798, 88.
 Ziegler 1776, 30.
 Lange 1779, 271.
 Milizia 1824. Bd. 3., 34, 36.
 Menzel 1847, 19, 48.
¹⁰⁸⁸Ziegler 1776, 5.
¹⁰⁸⁹Lange 1779, 225.
¹⁰⁹⁰Mitglieder 1798, 87.
 Accum 1826. Bd. 1., 31, 32.
¹⁰⁹¹Accum 1826. Bd. 1., 35.
¹⁰⁹²Forster 1782, 23.
 Accum 1826. Bd. 1., 31, 33.
¹⁰⁹³Ehrenberg 1837 (1), 19.
 Romberg 1842 (1), 155.
¹⁰⁹⁴Wolfram 1818, 142, 143.
 Schinkel 1835, 1.
¹⁰⁹⁵Wolfram 1818, 149.
¹⁰⁹⁶Wolfram 1818, 141.
 Helfenzrieder 1787, 55, 56.
 Linke 1850, 49.
¹⁰⁹⁷Wolfram 1839, 3.
 Wolfram 1818, 151.
¹⁰⁹⁸Heigelin 1843, 42.
 Menzel 1847, 41.
 Rudolph 1829, 40.
 Wolfram 1818, 142.
¹⁰⁹⁹Goldmann 1699. Buch 1., 67.
¹¹⁰⁰Wiebeking 1826, 274.
¹¹⁰¹Gilly 1800 (1) Bd. 1., 276.
 Menzel 1847, 16.
¹¹⁰²Hecker 1797, 180, 181.
¹¹⁰³Gilly 1800 (1) Bd. 1., 23, 24.
 Friederici 1799, 104, 105.
¹¹⁰⁴Bode 1804, 49.
 Triest 1809. Bd. 1., 83.
¹¹⁰⁵Sachs 1831, 26, 27.
 Accum 1826. Bd. 2., 75.
¹¹⁰⁶Friederici 1799, 104, 105.
¹¹⁰⁷Hecker 1797, 180.
¹¹⁰⁸Gilly 1800 (1) Bd. 1., 24.
 Triest 1809. Bd. 1., 83.
¹¹⁰⁹Sammlung 1799 (1), 98
¹¹¹⁰Triest 1809. Bd. 1., 63, 77.
 Accum 1826. Bd. 1., 164.
 Friederici 1799, 103, 104.
 Rudolph 1829, 86.
¹¹¹¹Menzel 1847, 129.
¹¹¹²Triest 1809. Bd. 1., 83.
 Accum 1826. Bd. 1., 164.

- ¹¹¹³Triest 1809. Bd. 1., 83.
Accum 1826. Bd. 1., 164.
¹¹¹⁴Rudolph 1829, 86.
¹¹¹⁵Menzel 1847, 129.
¹¹¹⁶Menzel 1847, 119.
¹¹¹⁷Wolfram 1839, 14.
Menzel 1847, 16.
Wolfram 1838, 44.
¹¹¹⁸Schinkel 1835, 3.
Romberg 1838, 5.
¹¹¹⁹Wolfram 1818, 150.
Rudolph 1829, 52.
Linke 1850, 48.
¹¹²⁰Rondelet 1834, 311.
¹¹²¹Wolfram 1839, 14.
¹¹²²Wolfram 1818, 149.
Accum 1826. Bd. 1., 231.
¹¹²³Rondelet 1834, 8.
Wolfram 1839, 2.
Accum 1826. Bd. 1., 250.
Vitruvius 1987, 77.
¹¹²⁴Wolfram 1818, 156.
Wolfram 1839, 2.
Rondelet 1834, 19.
¹¹²⁵Rondelet 1834, 8.
¹¹²⁶Förster 1850, 180.
Wolfram 1839, 2.
¹¹²⁷Hinweis M. Selle,
Architekt Berlin.
¹¹²⁸Rondelet 1834, 311.
¹¹²⁹Rondelet 1834, 306.
¹¹³⁰Rondelet 1834, 311,293.
¹¹³¹Wedeke 1849, 191.
¹¹³²Flaminus 1836 (1), 5.
¹¹³³Müller 1846, 207.
¹¹³⁴Winkelmann 1762, 15.
Ziegler 1776, 24,31.
¹¹³⁵Ziegler 1776, 24.
¹¹³⁶Ziegler 1776, 24.
¹¹³⁷Rondelet 1834, 345.
Wolfram 1839, 34.
¹¹³⁸Büsch 1800, 352.
¹¹³⁹Keferstein 1776, 173.
¹¹⁴⁰Rondelet 1835, 210,211.
¹¹⁴¹Breymann 1856, 8-10.
¹¹⁴²Ziegler 1776, 24.
¹¹⁴³Haldinn 1792, 29,30.
Milizia 1824. Bd. 3., 120.
¹¹⁴⁴Wolfram 1818, 262.
¹¹⁴⁵Sirodot 1852, 27,31.
Breymann 1856, 8-10.
¹¹⁴⁶Sirodot 1852, 37.
¹¹⁴⁷Sirodot 1852, 28,38.
¹¹⁴⁸Heigelin 1828, 44.
¹¹⁴⁹Wolfram 1839, 33.
¹¹⁵⁰Wolfram 1839, 33.
¹¹⁵¹Landgrebe 1846, 199.
¹¹⁵²Krieger 1856, 115.
Förster 1851, 356.
Milizia 1824. Bd. 3., 135.
¹¹⁵³Breymann 1856, 8-10.
¹¹⁵⁴Breymann 1856, 8-10.
¹¹⁵⁵Förster 1851, 356,357.
Krieger 1856, 115.
¹¹⁵⁶Romberg 1838, 5.
Wolfram 1818, 130.
¹¹⁵⁷Manger 1785, 97.
Triest 1809. Bd. 1., 4.
¹¹⁵⁸Wolfram 1833 (2), 119.
Simon 1804, 82.
¹¹⁵⁹Röper 1998, 72.
¹¹⁶⁰Wolfram 1839, 26,27,29.
Patté 1769, 185,186.
¹¹⁶¹Milizia 1824. Bd. 3.,
124.
¹¹⁶²Meinert 1796, 433.
- ¹¹⁶³Gilly 1831. Bd. 1., 22.
¹¹⁶⁴Wolfram 1839, 29.
¹¹⁶⁵Wolfram 1839, 28.
Accum 1826. Bd. 1., 230.
¹¹⁶⁶Rondelet 1834, 31,39-44.
Wolfram 1839, 27.
¹¹⁶⁷Meinert 1797, 399.
Helfenzrieder 1787, 130.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 225.
Wolfram 1818, 139.
Milizia 1824. Bd. 3., 124.
Menzel 1847, 14,15,114.
Rudolph 1829, 47.
Rondelet 1834, 297.
Linke 1850, 56.
Heigelin 1828, 42.
Wolfram 1839, 2.
¹¹⁶⁸Triest 1809. Bd. 1., 48.
¹¹⁶⁹Zedler 1735, 1396.
Meinert 1797, 47.
Rondelet 1834, 316.
¹¹⁷⁰Sturm 1699, 141.
Zedler 1735, 1396.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 10.
Breymann 1856, 67.
¹¹⁷¹Zedler 1735, 1396.
¹¹⁷²Meinert 1797, 46-48.
Wolfram 1818, 191.
Manger 1785, 147.
Zedler 1735, 1396.
¹¹⁷³Menzel 1835, 308.
¹¹⁷⁴Schmitt 1998, 180,181.
¹¹⁷⁵Menzel 1847, 46.
Meinert 1796, 205.
Triest 1809. Bd. 1., 356.
Manger 1785, 82.
Lange 1779, 290, 291.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 225.
Wiebeking 1826, 278.
¹¹⁷⁶Linke 1850, 54.
¹¹⁷⁷Menzel 1847, 46.
Meinert 1796, 205.
Manger 1785, 82.
Gilly 1799 (3), 131,133.
Triest 1809. Bd. 1., 356.
Angermann 1766, 188.
Rommerdt 1828, 89.
¹¹⁷⁸Wolfram 1818, 139.
Meinert 1796, 414.
Goldmann 1699. Buch 1.,
67.
Menzel 1847, 112.
¹¹⁷⁹Goldmann 1699. Buch
1., 65.
Wolfram 1818, 139.
¹¹⁸⁰Wolfram 1818, 156.
Eytelwein 1805, 74-76.
Meinert 1796, 414.
Linke 1850, 55.
¹¹⁸¹Gilly 1799 (1), 26.
Rommerdt 1828, 89.
Meinert 1796, 413.
¹¹⁸²Rudolph 1829, 48.
Rommerdt 1828, 90.
¹¹⁸³Perrault 1757, 44.
¹¹⁸⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
281.
Linke 1850, 55.
Wolfram 1818, 139.
Menzel 1847, 113.
Rudolph 1829, 48.
Schauplatz 1. Jg. 1774, 13.
Romberg 1838, 11.
¹¹⁸⁵Gilly 1799 (1), 26.
Rommerdt 1828, 89.
Meinert 1796, 413.
- Schmidt 1794, 2.
Sax 1807, 19.
Triest 1809. Bd. 1., 4.
Rudolph 1829, 48.
¹¹⁸⁶Goldmann 1699. Buch
1., 67.
Wolfram 1818, 150.
Vitruvius 1548, CLXXIII.
¹¹⁸⁷Schmidt 1794, 5.
Schinkel 1835, 2.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 281.
Linke 1850, 55.
Menzel 1847, 112.
Rommerdt 1828, 90.
Meinert 1796, 414.
¹¹⁸⁸Ziegler 1776, 19, 20.
¹¹⁸⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
281.
¹¹⁹⁰Keferstein 1776, 179.
Meinert 1796, 435.
¹¹⁹¹Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
193.
¹¹⁹²Rommerdt 1828, 90.
Meinert 1796, 414.
¹¹⁹³Redelykheid 1788, 96.
¹¹⁹⁴Menzel 1847, 113,114.
¹¹⁹⁵Reinhold 1784, 217.
Meinert 1796, 414.
¹¹⁹⁶Krönitz 1796, 116.
Triest 1809. Bd. 1., 37.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 281.
Gilly 1799 (1), 26.
Menzel 1847, 10.
Bode 1804, 57.
Sax 1807, 20.
Milizia 1824. Bd. 3., 87.
Rudolph 1829, 48,60.
Eytelwein 1805, 79,80.
Rondelet 1834, 298.
¹¹⁹⁷Meinert 1796, 420.
¹¹⁹⁸Wolfram 1818, 258.
Meinert 1796, 420.
Reinhold 1784, 217.
¹¹⁹⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
281.
Gilly 1799 (1), 26.
Bode 1804, 57.
Menzel 1847, 10.
Triest 1809. Bd. 1., 37.
Sax 1807, 20.
¹²⁰⁰Linke 1850, 55.
¹²⁰¹Linke 1850, 55.
¹²⁰²Hinweis durch Dr. Rach,
UDB Beeskow.
¹²⁰³Voch 1780 (1), 5.
Krönitz 1802, 513.
Heigelin 1828, 50.
Breymann 1856, 189.
¹²⁰⁴Meinert 1796, 391.
¹²⁰⁵Huth 1787, 16.
Schmidt 1794, 9.
¹²⁰⁶Triest 1809. Bd. 2., 385,
386.
¹²⁰⁷Huth 1787, 16.
¹²⁰⁸Sax 1807, 20.
¹²⁰⁹Silberschlag 1773. 266.
Manger 1785, 147.
Lange 1779, 291.
¹²¹⁰Meinert 1796, 434.
¹²¹¹Gernrath 1825. Bd. 1.,
58.
Wolfram 1818, 260.
¹²¹²Menzel 1847, 14,15,114.
Wolfram 1818, 260.
¹²¹³Triest 1809. Bd. 1., 48.
Gernrath 1825. Bd. 1., 58.
- Menzel 1847, 14,15,114.
Wolfram 1818, 260.
Lange 1779, 292.
¹²¹⁴Wolfram 1818, 261.
¹²¹⁵Menzel 1847, 14,15.
Triest 1809. Bd. 1., 48.
Gilly 1797, 47.
Gilly 1799 (1), 19.
Riedel 1803, 4.
¹²¹⁶Menzel 1847, 14, 15.
¹²¹⁷Winkelmann 1762, 8,
9,44.
Ziegler 1776, 12,18.
Linke 1850, 105.
Meinert 1797, 56,57.
Wolfram 1818, 192.
Wolfram 1838, 122,123.
Menzel 1847, 44,45,46.
Menzel 1835, 310.
Linke 1850, 105.
Breymann 1856, 93.
Romberg 1838, 48.
Hirt 1809, 146.
Krönitz 1796, 193.
Palladio 1984, 34.
¹²¹⁸Hirt 1809, 146.
¹²¹⁹Keferstein 1776, 220.
¹²²⁰Heigelin 1828, 44.
Meinert 1796, 444.
Stieglitz 1792. Bd. 3., 657.
¹²²¹Wolfram 1818, 129.
Meyer 1850, 1247.
¹²²²Triest 1809. Bd. 1., 89.
¹²²³Kleespies 1997, 4.
¹²²⁴Meinert 1796, 206,450.
Lange 1779, 164.
Manger 1785, 104.
¹²²⁵Triest 1809. Bd. 1., 98.
Bode 1804, 55.
Felbiger 1783, 60.
Meinert 1796, 444-445.
¹²²⁶Gilly 1787,
¹²²⁷Cointereaux 1803. Teil
1., 78,79,92.
Gernrath 1825. Bd. 1., 67.
Sachs 1825, 21.
¹²²⁸Meinert 1796, 444-445.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 29.
¹²²⁹Meinert 1796, 206.
Triest 1809. Bd. 1., 90.
¹²³⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
29.
¹²³¹Linke 1850, 61.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 29.
Sachs 1825, 21.
Menzel 1845, 14.
¹²³²Gilly 1831. Bd. 1., 65.
¹²³³Gilly 1831. Bd. 1., 65.
¹²³⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1.,
32.
Cointereaux 1803, 41.
Krönitz 1796, 202 ffg.
Meinert 1796, 439.
Bleichrodt 1830. Bd. 2.,
363.
¹²³⁵Engel 1847, 9-10.
¹²³⁶Meinert 1796, 439.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 32.
¹²³⁷Hinweis Christof Zie-
gert.
¹²³⁸Meinert 1796, 440.
¹²³⁹Meinert 1796, 439.
¹²⁴⁰Sachs 1825, 22.
¹²⁴¹Sachs 1825, 22.
¹²⁴²Sachs 1825, 25.

- ¹²⁴³ Kleespies 1997, 46,209,214.
¹²⁴⁴ Goldfus 1794, 33.
 Meinert 1796, 439-442.
 Rondelet 1834, 309,310.
¹²⁴⁵ Cointereaux 1803, 38,39.
¹²⁴⁶ Meinert 1796, 443.
¹²⁴⁷ Goldfus 1794, 32.
 Krünitz 1796, 66, 67.
 Gilly 1787, 21.
 Suckow 1781, 85.
 Meinert 1796, 440.
¹²⁴⁸ Meinert 1796, 440.
¹²⁴⁹ Meinert 1796, 443.
¹²⁵⁰ Meinert 1796, 440.
¹²⁵¹ Cointereaux 1803, 40,41,42.
¹²⁵² Goldfus 1794, 33.
¹²⁵³ Meinert 1796, 441.
 Engel 1847, 12.
¹²⁵⁴ Sachs 1825, 25.
 Linke 1850, 63.
¹²⁵⁵ Triest 1809. Bd. 1., 91.
¹²⁵⁶ Meinert 1796, 439.
 Triest 1809. Bd. 1., 91.
¹²⁵⁷ Meinert 1796, 440.
¹²⁵⁸ Sachs 1825, 31.
¹²⁵⁹ Gilly 1800 (1). Bd. 1., 32.
¹²⁶⁰ Krafft 1846, 381.
¹²⁶¹ Gilly 1800 (1). Bd. 1., 32.
 Meinert 1796, 440,443.
 Krafft 1846, 381.
¹²⁶² Meinert 1796, 443.
 Wiebeking 1826, 274.
¹²⁶³ Gilly 1800 (1). Bd. 1., 32.
 Meinert 1796, 440.
 Sachs 1825, 24.
¹²⁶⁴ Meinert 1796, 441,442.
 Gilly 1831. Bd. 1., 66.
¹²⁶⁵ Sachs 1825, 20.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 32.
¹²⁶⁶ Gilly 1799 (1), 27.
 Meinert 1796, 441.
 Sachs 1825, 24.
¹²⁶⁷ Suckow 1781, 85.
 Gemrath 1825. Bd. 1., 67.
 Gilly 1787, 22.
 Krünitz 1796, 55.
¹²⁶⁸ Breymann 1856, 36.
¹²⁶⁹ Gilly 1787, 34.
 Lange 1779, 298.
 Hinweis C. Ziegert. TU Berlin
 Menzel 1847, 116.
 Menzel 1837, 6.
¹²⁷⁰ Bode 1804, 56,57.
 Linke 1850, 63.
 Breymann 1856, 35.
¹²⁷¹ Triest 1809. Bd. 1., 96.
¹²⁷² Lange 1779, 166.
 Manger 1785, 103.
 Wiebeking 1826, 274.
 Linke 1850, 63.
 Bleichrodt 1830. Bd. 2., 363.
 Sachs 1825, 26,37,38.
 Meinert 1796, 442.
 Cointereaux 1803, 36.
 Krünitz 1796, 67, 68.
 Rudolph 1829, 58.
¹²⁷³ Sachs 1825, 35,36.
¹²⁷⁴ Krafft 1846, 381.
¹²⁷⁵ Suckow 1781, 86.
 Gilly 1787, 22.
¹²⁷⁶ Gilly 1790, 9.
 Meinert 1796, 437.
 Krünitz 1796, 117.
¹²⁷⁷ Sachs 1825, 35,36.
¹²⁷⁸ Krünitz 1796, 67, 68.
¹²⁷⁹ Keferstein 1776, 221.
 Lange 1779, 294.
 Meinert 1796, 448.
 Krünitz 1796, 65,74.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 649.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 34.
 ff.
 Sachs 1825, 34.
¹²⁸⁰ Lange 1779, 165.
 Krünitz 1796, 117.
 Meinert 1796, 437.
 Linke 1850, 54.
¹²⁸¹ Engel 1847, 12.
¹²⁸² Engel 1847, 12.
¹²⁸³ Linke 1850, 63.
¹²⁸⁴ Linke 1850, 63.
¹²⁸⁵ Engel 1847, 12.
¹²⁸⁶ Steiner 1803, 10.
 Triest 1809. Bd. 1., 81.
 Gilly 1805 (2), 107.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 35.
¹²⁸⁷ Sachs 1825, 115.
¹²⁸⁸ Engel 1847, 9-10,12,14.
¹²⁸⁹ Wiebeking 1826, 234.
¹²⁹⁰ Meinert 1797, 56.
 Romberg 1838, 48.
 Winkelmann 1762, 8, 9,44.
 Menzel 1847, 222.
 Linke 1850, 106.
¹²⁹¹ Meinert 1797, 56.
¹²⁹² Wolfram 1838, 122.
¹²⁹³ Menzel 1847, 161,222.
 Menzel 1835, 311.
 Heigelin 1828, 68.
 Rondelet 1834, 333.
¹²⁹⁴ Haldin 1796, 204.
 Romberg 1838, 48.
 Menzel 1847, 222.
 Menzel 1835, 310.
 Ziegler 1776, 18.
¹²⁹⁵ Meinert 1797, 56,57.
 Wolfram 1838, 123.
 Winkelmann 1762, 8, 9.
 Hirt 1809, 171.
 Menzel 1847, 222.
¹²⁹⁶ Ziegler 1776, 18.
 Winkelmann 1762, 8, 9.
 Wolfram 1838, 123.
 Hirt 1809, 171.
 Meinert 1797, 56.
¹²⁹⁷ Menzel 1866 (2), 6.
 Accum 1826. Bd. 1., 214.
 Hirt 1809, 171.
 Wolfram 1838, 123.
¹²⁹⁸ Winkelmann 1762, 9,10.
 Meinert 1797, 56.
 Accum 1826. Bd. 2., 33.
 Menzel 1835, 310.
 Sachs 1825, 112.
 Meinert 1797, 69.
¹²⁹⁹ Heigelin 1828, 68.
¹³⁰⁰ Menzel 1866 (2), 7.
 Menzel 1847, 223.
¹³⁰¹ Linke 1850, 106.
 Accum 1826. Bd. 1., 214.
 Meinert 1797, 56.
 Winkelmann 1762, 8, 9.
 Menzel 1835, 310.
 Romberg 1838, 48.
 Menzel 1847, 222.
¹³⁰² Winkelmann 1762, 8,9.
 Menzel 1866 (2), 6.
¹³⁰³ Meinert 1797, 57.
 Lange 1779, 150.
 Menzel 1835, 310.
 Linke 1850, 106.
¹³⁰⁴ Heigelin 1828, 68.
 Linke 1850, 105.
 Menzel 1847, 161.
¹³⁰⁵ Menzel 1835, 310.
¹³⁰⁶ Meinert 1797, 57.
¹³⁰⁷ Heigelin 1828, 68.
¹³⁰⁸ Wolfram 1838, 122.
 Rondelet 1834, 315.
 Meinert 1797, 56, 57.
 Winkelmann 1762, 9, 10.
 Menzel 1866 (2), 7.
 Hirt 1809, 153.
¹³⁰⁹ Heigelin 1828, 68.
¹³¹⁰ Wolfram 1818, 192.
¹³¹¹ Menzel 1866 (2), 7.
¹³¹² Stieglitz 1792. Bd. 3., 650.
 Heigelin 1828, 44.
 Meinert 1796, 452.
¹³¹³ Rondelet 1834, 333.
 Menzel 1847, 160,222.
 Menzel 1866 (2), 6.
¹³¹⁴ Menzel 1847, 27.
 Breymann 1856, 36.
¹³¹⁵ Hirt 1809, 146.
¹³¹⁶ Menzel 1847, 113.
¹³¹⁷ Menzel 1847, 62,93,125, 126.
 Breymann 1856, 30.
 Rondelet 1834, 309,310.
 Zimmermann 1830, 1.
 Braun 1830, 113.
 Wolfram 1833 (2), 107.
¹³¹⁸ Wolfram 1818, 129.
¹³¹⁹ Krünitz 1802, 516.
 Menzel 1847, 125, 126.
 Menzel 1845, 14.
 Rommerdt 1828, 90.
 Wolfram 1818, 139.
 Haldin 1792, 28.
 Meinert 1796, 451-452.
¹³²⁰ Krünitz 1802, 516.
 Ehrenberg 1837 (2), 79.
 Menzel 1847, 125-127.
¹³²¹ Krafft 1846, 381.
 Rödlich 1826, 28.
 Engel 1847, 9-10.
 Sachs 1825, 40.
 Wiebeking 1826, 273.
 Menzel 1847, 120,125-127.
¹³²² Rondelet 1834, 309,310.
 Menzel 1847, 120.
 Krafft 1846, 381.
 Engel 1847, 9-10.
 Breymann 1856, 33.
¹³²³ Engel 1847, 9-10.
 Engel 1849, 17.
¹³²⁴ Engel 1847, 11.
 Engel 1849, 18.
¹³²⁵ Krafft 1846, 381.
¹³²⁶ Engel 1847, 12.
¹³²⁷ Engel 1847, 9-10,12.
 Engel 1849, 19.
¹³²⁸ Engel 1847, 12.
¹³²⁹ Menzel 1847, 124.
¹³³⁰ Linke 1850, 63.
¹³³¹ Engel 1847, 12.
¹³³² Hirt 1809, 171.
 Linke 1850, 106.
 Meinert 1797, 56.
 Menzel 1847, 160.
 Romberg 1838, 48.
 Menzel 1835, 310.
 Linke 1850, 106.
¹³³³ Wolfram 1838, 123.
 Menzel 1847, 44,204.
 Linke 1850, 106.
¹³³⁴ Wolfram 1838, 123.
¹³³⁵ Accum 1826. Bd. 1., 214.
¹³³⁶ Menzel 1847, 205.
¹³³⁷ Menzel 1847, 204.
 Menzel 1835, 310.
¹³³⁸ Accum 1826. Bd. 1., 214.
¹³³⁹ Meinert 1797, 57.
 Bleichrodt 1830, 162.
 Menzel 1847, 161,222.
 Hirt 1809, 171.
 Linke 1850, 106.
 Wolfram 1838, 123.
¹³⁴⁰ Hirt 1809, 171.
¹³⁴¹ Linke 1850, 106.
¹³⁴² Menzel 1847, 161.
 Linke 1850, 106.
 Romberg 1838, 48.
¹³⁴³ Linke 1850, 106.
 Menzel 1835, 310.
 Menzel 1866 (2), 6.
¹³⁴⁴ Meinert 1797, 57.
 Bleichrodt 1830, 162.
¹³⁴⁵ Winkelmann 1762, 8, 9.
 Wolfram 1838, 123.
 Menzel 1835, 311.
 Menzel 1847, 205.
¹³⁴⁶ Röhlen 1998, 51.
 Hinweis C. Ziegert. TU Berlin
¹³⁴⁷ Gilly 1799 (1), 19.
¹³⁴⁸ Manger 1785, 107.
¹³⁴⁹ Goldfus 1794, 17.
¹³⁵⁰ Manger 1785, 98.
 Leopold 1759, 8.
¹³⁵¹ Lange 1779, 158.
¹³⁵² Felbiger 1783, 60.
¹³⁵³ Reichs-Anzeiger 1795 Bd. 1. No. 40. v. 17.02.1795, 377 ff.
¹³⁵⁴ Gilly 1800 (1) Bd. 1., 24.
 Triest 1809. Bd. 1., 97.
¹³⁵⁵ Leopold 1759, 75.
¹³⁵⁶ Keferstein 1776, 209,221.
 Leopold 1759, 75.
¹³⁵⁷ Dalberg 1792, 5.
 Gilly 1787, 27.
 Manger 1785, 103.
¹³⁵⁸ Keferstein 1776, 223.
 Leopold 1759, 75.
 Lange 1779, 293.
 Suckow 1781, 85,86.
¹³⁵⁹ Leopold 1759, 75.
 Dalberg 1792, 5.
 Gilly 1787, 34.
 Meinert 1796, 448.
 Lange 1779, 293.
¹³⁶⁰ Leopold 1759, 75.
 Lange 1779, 293.
¹³⁶¹ Gilly 1790, 4.
¹³⁶² Keferstein 1776, 222.
 Krünitz 1796, 70.
 Gilly 1787, 25.
¹³⁶³ Krünitz 1796, 41.
 Meinert 1796, 444.
 Menzel 1847, 130.
 Linke 1850, 64.

- Suckow 1781, 85.
¹³⁶⁴Lange 1779, 159.
¹³⁶⁵Lange 1779, 302.
 Triest 1809. Bd. 1., 360.
 Krünitz 1796, 51.
¹³⁶⁶Lange 1779, 296.
¹³⁶⁷Lange 1779, 293, 294.
¹³⁶⁸Leopold 1759, 75.
 Triest 1809. Bd. 1., 360.
 Lange 1779, 159, 161, 293.
 Gilly 1787, 16.
 Suckow 1781, 85.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 644.
 Krünitz 1796, 57.
¹³⁶⁹Keferstein 1776, 221.
 Gilly 1787, 16, 17.
¹³⁷⁰Keferstein 1776, 209.
 Gilly 1799 (1), 26.
¹³⁷¹Meinert 1796, 447-448.
 Gilly 1787, 18.
 Krünitz 1796, 61.
¹³⁷²Keferstein 1776, 222.
 Lange 1779, 158, 161.
 Gilly 1787, 17, 18, 19.
 Meinert 1796, 206, 447-448.
 Angermann 1766, 189.
 Suckow 1781, 85.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 644.
¹³⁷³Triest 1809. Bd. 1., 97.
¹³⁷⁴Lange 1779, 162.
 Meinert 1796, 447-448.
¹³⁷⁵Hinweis C. Ziegert. TU
 Berlin
¹³⁷⁶Stieglitz 1792. Bd. 3.,
 644.
 Lange 1779, 158, 161.
 Gilly 1787, 16, 17.
¹³⁷⁷Gilly 1787, 18.
 Krünitz 1796, 61.
¹³⁷⁸Stieglitz 1792. Bd. 3.,
 644.
 Lange 1779, 160, 161.
 Meinert 1796, 446.
 Gilly 1787, 16, 17.
¹³⁷⁹Lange 1779, 293, 294.
¹³⁸⁰Manger 1785, 104.
¹³⁸¹Manger 1785, 103.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 648.
 Triest 1809. Bd. 1., 98.
¹³⁸²Linke 1850, 64.
 Krünitz 1796, 55.
¹³⁸³Meinert 1796, 447.
 Gilly 1787, 22.
 Bode 1804, 55.
 Triest 1809. Bd. 1., 98.
¹³⁸⁴Gilly 1787, 22.
¹³⁸⁵Manger 1785, 103.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 648.
 Menzel 1847, 130.
¹³⁸⁶Keferstein 1776, 221.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 648.
 Lange 1779, 162, 163.
 Triest 1809. Bd. 1., 98.
¹³⁸⁷Bode 1804, 55.
¹³⁸⁸Triest 1809. Bd. 1., 98.
 Keferstein 1776, 221.
 Bode 1804, 55.
¹³⁸⁹Lange 1779, 162, 163.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 648.
¹³⁹⁰Linke 1850, 64.
 Triest 1809. Bd. 1., 98.
 Keferstein 1776, 221.
 Lange 1779, 162, 163.
¹³⁹¹Manger 1785, 103.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 648.
 Meinert 1796, 449.
- ¹³⁹²Krünitz 1796, 66, 67.
¹³⁹³Bode 1804, 55.
¹³⁹⁴Meinert 1796, 449.
¹³⁹⁵Triest 1809. Bd. 1., 98.
¹³⁹⁶Lange 1779, 162, 163.
¹³⁹⁷Keferstein 1776, 221.
¹³⁹⁸Lange 1779, 162, 163.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 647.
¹³⁹⁹Stieglitz 1792. Bd. 3.,
 648.
¹⁴⁰⁰Gilly 1831. Bd. 1., 64.
¹⁴⁰¹Hundt 1811, 4, 7.
¹⁴⁰²Linke 1850, 64.
¹⁴⁰³Thaer 1818, 58.
 Hundt 1811, 3.
¹⁴⁰⁴Gilly 1831. Bd. 1.,
 66, 67.
¹⁴⁰⁵Gilly 1831. Bd. 1., 67.
¹⁴⁰⁶Hundt 1811, 14.
¹⁴⁰⁷Hundt 1811, 14, 17.
 Breymann 1856, 38.
 Rödlich 1826, 6.
¹⁴⁰⁸Gilly 1831. Bd. 1.,
 66, 67.
¹⁴⁰⁹Hundt 1811, 14.
¹⁴¹⁰Krünitz 1796, 65.
¹⁴¹¹Triest 1809. Bd. 1., 98.
 Meinert 1796, 447.
¹⁴¹²Lange 1779, 294, 300.
¹⁴¹³Krünitz 1796, 73.

¹ Wasmuth 1932, 676.
Brockhaus 1982, 615.
² Wasmuth 1932, 676.
³ Grimm 1922, 1472.
⁴ Wasmuth 1932, 676.
⁵ Grimm 1922, 1472.
⁶ Grimm 1922, 1472.
⁷ Grimm 1922, 1473.
⁸ Wolfram 1818, 129.
Meinert 1796, 370.
Grimm 1885, 1773-1776.
Grimm 1922, 1474.
⁹ Gilly 1799 (3), 131.
Redelykheid 1788, 2.
Krünitz 1802, 494,495.
Navier 1851, 98.
¹⁰ Goldmann 1699. Buch 1., 69.
¹¹ Krünitz 1802, 494,513.
Gilly 1799 (1), 18.
Reinhold 1784, 215.
Rondelet 1834, 249.
Penther 1746-64. Teil 2., 6.
Keferstein 1776, 177.
Heigelin 1828, 50.
¹² Sturm 1745, 26.
Krünitz 1802, 495.
Izzo 1773, 37.
¹³ Romberg 1838, 5.
Izzo 1773, 37.
Gilly 1799 (1), 18.
Penther 1746-64. Teil 2., 10.
Meinert 1796, 370.
Krünitz 1802, 495.
Wolfram 1838, 42.
Schmidt 1794, 1.
Triest 1809. Bd. 1., XVIII.
Zitelmann 1803, 95.
¹⁴ Schübler 1732, 9.
Reinhold 1784, 215.
Friederici 1799, 99,100.
¹⁵ Huth 1787, 16.
¹⁶ Triest 1809. Bd. 1., XVIII.
Zitelmann 1803, 95.
Leopold 1759, 8,9.
Goldfus 1794, 7,9.
Izzo 1773, 37.
Meinert 1796, 370.
Reinhold 1784, 215.
Succov 1751, 17.
Suckow 1781, 22.
Hirt 1809, 139.
Navier 1851, 98.
Rudolph 1829, 39.
¹⁷ Rommerdt 1828, 170.
Meinert 1796, 371.
Hirt 1809, 139.
¹⁸ Gilly 1799 (1), 18.
Penther 1746-64. Teil 2., 6.
Keferstein 1776, 210.
Keferstein 1776, 177.
Krünitz 1802, 494.
Rommerdt 1828, 170.
¹⁹ Triest 1809. Bd. 1., XVIII.
Zitelmann 1803, 95.
²⁰ Grimm 1885, 1711.

²¹ Brockhaus 1982, 608.
²² Pevsner 1987, 400.
²³ Wolfram 1818, 129.
Wolfram 1838, 42.
Rondelet 1834, 249.
Rudolph 1829, 39.
Meinert 1796, 371.
²⁴ Krünitz 1802, 492,493.
²⁵ Goldmann 1699. Buch 1., 25.
Vitruvius 1548, CCXXII.
²⁶ Vitruvius 1548, CCCCLVIII.
Hirt 1809, 35.
Goldmann 1699. Buch 1., 25.
Succov 1751, 75.
Suckow 1781, 104.
Roy le 1763, 3.
²⁷ Krünitz 1802, 493.
²⁸ Belidor 1766, 37.
²⁹ Krünitz 1802, 494.
Wedek 1849, 94.
Durand 1831. Bd. 1., 24.
Wolfram 1818, 129.
Wolfram 1838, 42.
³⁰ Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
Meinert 1796, 370.
Rudolph 1829, 39.
³¹ Hirt 1809, 139.
Heigelin 1828, 34,46.
Wolfram 1818, 130.
Wolfram 1838, 42.
³² Hirt 1809, 139.
Wolfram 1818, 130.
³³ Riedel 1797 (1), 3.
³⁴ Wolfram 1818, 130.
³⁵ Wolfram 1838, 42.
³⁶ Heigelin 1828, 41.
³⁷ Keferstein 1776, 215.
Wolfram 1838, 42.
³⁸ Krünitz 1802, 492.
³⁹ Wolfram 1818, 129.
⁴⁰ Wolfram 1818, 129.
⁴¹ Triest 1809. Bd. 2., 376.
Bode 1804, 74.
Friederici 1799, 99.
⁴² Wolfram 1818, 234,235.
Wolfram 1838, 42.
Izzo 1773, 38.
Durand 1831. Bd. 1., 24.
Hirt 1809, 139.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
⁴³ Wolfram 1818, 234.
Wolfram 1838, 42.
⁴⁴ Sturm 1745, 4.
⁴⁵ Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
Sturm 1745, 4.
Grimm 1922, 1475.
⁴⁶ Sturm 1745, 4.
⁴⁷ Schuplatz 4. Jg 1776, 1.
⁴⁸ Mitglieder 1798, 84, 85.
Bode 1804, 74.
Hirt 1809, 139.
Durand 1831. Bd. 1., 24.
⁴⁹ Helfenzrieder 1787, 83.
⁵⁰ Hirt 1809, 139.
Durand 1831. Bd. 1., 24.
⁵¹ Patte (1769), 99.

⁵² Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244. Übersetzung durch D. Gilly
⁵³ Wolfram 1818, 254.
⁵⁴ Succov 1751, 9.
Daviler 1759, 243.
Suckow 1781, 10.
Leopold 1759, 72.
Vitruvius 1987, 26.
Belidor 1757. Buch 3., 2.
⁵⁵ Succov 1751, 66.
Suckow 1781, 95.
Ziegler 1776, 4,26.
Meinert 1796, 249.
⁵⁶ Schuplatz 1776, No. 41.
⁵⁷ Penther 1746-64. Teil 2., 6.
⁵⁸ Ziegler 1776, 11,12.
⁵⁹ Wolfram 1818, 156.
Rommerdt 1828, 170.
Heigelin 1828, 46.
Milizia 1824. Bd. 3., 120.
Perrault 1757, 43.
⁶⁰ Keferstein 1776, 178.
Goldmann 1699. Buch 1., 65.
Manger 1785, 28,97.
Rommerdt 1828, 170.
⁶¹ Meinert 1796, 412.
Rommerdt 1828, 80.
Succov 1751, 35.
Suckow 1781, 44.
Rondelet 1834, 8.
Alberti 1991, 100.
⁶² Belidor 1757. Buch 3., 6.
⁶³ Belidor 1757. Buch 3., 67.
Manger 1785, 28,87,88.
⁶⁴ Ziegler 1776, 18-20.
Winkelmann 1762, 10.
Hirt 1809, 150.
Accum 1826. Bd. 1., 160,230.
Wolfram 1818, 131.
Heigelin 1828, 42.
⁶⁵ Ziegler 1776, 20.
⁶⁶ Perrault 1757, 43.
Vitruvius 1987, 79.
Wolfram 1818, 155.
Rondelet 1834, 4.
Wolfram 1839, 3.
⁶⁷ Angermann 1766, 147.
⁶⁸ Keferstein 1776, 178.
Schmidt 1794, 3.
Rudolph 1829, 39.
Lange 1779, 235.
⁶⁹ Wolfram 1839, 3.
⁷⁰ Redelykheid 1788, 4.
⁷¹ Goldmann 1699. Buch 1., 26,66.
Vitruvius 1548, LXXXVI.
Ziegler 1776, 18-20.
Milizia 1824. Bd. 3., 124.
Büsch 1800, 135,136.
Rondelet 1834, 21.
Winkelmann 1762, 13.
Izzo 1773, 37.
Meinert 1796, 411.
Voch 1780 (1), 3.
Menzel 1847, 112.
⁷² Perrault 1757, 42.
Rondelet 1834, 20.

Vitruvius 1987, 79.
⁷³ Vitruvius 1548, CLXXV.
⁷⁴ Perrault 1757, 44.
⁷⁵ Goldmann 1699. Buch 1., 67.
⁷⁶ Keferstein 1776, 219.
Rondelet 1834, 295.
⁷⁷ Keferstein 1776, 220.
Wolfram 1839, 14.
⁷⁸ Goldmann 1699. Buch 1., 67.
Rondelet 1834, 294,295,298.
Wolfram 1839, 2.
Vitruvius 1987, 79,80.
⁷⁹ Winkelmann 1762, 14.
Ziegler 1776, 22.
⁸⁰ Haldinn 1792, 29.
⁸¹ Rondelet 1834, 308.
⁸² Wolfram 1839, 14.
Rondelet 1834, 295.
⁸³ Vitruvius 1548, CLXXIII.
⁸⁴ Vitruvius 1548, CLX, CLXXIII.
Lange 1779, 238,301.
Büsch 1800, 140.
Goldmann 1699. Buch 1., 67.
Menzel 1847, 153.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 238.
Wolfram 1839, 3.
Perrault 1757, 44.
Winkelmann 1762, 14.
Rommerdt 1828, 89.
⁸⁵ Vitruvius 1548, CLX.
Rommerdt 1828, 89.
⁸⁶ Vitruvius 1548, LXXIX, LXXXVI, CLXXIII.
Vitruvius 1987, 78,79.
Rondelet 1834, 5,21,22,23,26.
Wolfram 1818, 145,156,258.
Wolfram 1839, 14,18,19.
Succov 1751, 39.
Suckow 1781, 19,48.
Helfenzrieder 1787, 58.
Meinert 1796, 412.
Accum 1826. Bd. 1., 231.
Daviler 1699, 343.
Goldmann 1699. Buch 1., 25.
Eytelwein 1805, 74-76,77.
Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
Reinhold 1784, 216.
Perrault 1757, 43.
Krünitz 1802, 741.
Linke 1850, 55.
Hirt 1809, 151.
Büsch 1800, 149.
Heigelin 1828, 42.
Milizia 1824. Bd. 3., 120.
⁸⁷ Goldmann 1699. Buch 1., 26.
Sturm 1745, 28.
Keferstein 1776, 217.
Sandart 1675. 1. Teil. Buch 1., 18.
Leupold 1726, 90.
Sturm 1747, 28.

- ⁸⁸Krünitz 1802, 508.
Bleichrodt 1848, 162.
⁸⁹Angermann 1766, 152,153.
Izzo 1773, 42.
⁹⁰Wolfram 1818, 156.
Menzel 1847, 131,132.
Steiner 1803, 13,14.
Rommerdt 1828, 90,91.
⁹¹Wolf 1846, 415.
⁹²Sandart 1675. 1. T. 1. Buch, 18.
Suckow 1781, 49.
Büsch 1800, 69.
Meinert 1796, 404.
⁹³Rudolph 1829, 4.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
Krünitz 1802, 500.
Anweisung 1827, 25.
Perrault 1757, 45,46.
Succov 1751, 41,63.
Suckow 1781, 92.
Linke 1850, 83.
Sirodot 1852, 26.
Breyman 1856, 193.
Milizia 1824. Bd. 3., 5.
Menzel 1847, 112.
⁹⁴Meinert 1797, 20.
⁹⁵Krünitz 1802, 496.
Milizia 1824. Bd. 3., 5.
Wolfram 1818, Vorrede XIV.
Rondelet 1834, 16.
⁹⁶Vauban (1696). Buch 1., 2.
⁹⁷Winkelmann 1762, 13 ff.
Izzo 1773, 37.
Vauban (1696). Buch 1., 2.
⁹⁸Redelykheid 1788, 1.
⁹⁹Suckow 1781, 2.
¹⁰⁰Suckow 1781, 2.
¹⁰¹Huth 1789 (2), 274.
¹⁰²Krünitz 1802, 497,498,499.
Gilly 1799 (1), 23.
Keferstein 1776, 173.
¹⁰³Angermann 1766, 241.
J.G.M. 1760, 82,90.
Gilly 1799 (1), 24.
Schmidt 1794, 10.
¹⁰⁴Durand 1831. Bd. 1., 25.
Sax 1807, 14.
¹⁰⁵Wolfram 1818, 253,254.
Menzel 1847, 108.
¹⁰⁶Vitruvius 1548, LXXXVII.
Palladio 1984, 38.
¹⁰⁷Meinert 1796, 18.
¹⁰⁸Sandart 1675. 1. T. 1. Buch, 18.
¹⁰⁹Goldmann 1699. Buch 1., 65.
¹¹⁰Succov 1751, 40.
Suckow 1781, 49.
Milizia 1824. Bd. 3., 85, 86.
Meinert 1796, 388.
Schmidt 1794, 8.
Heigelin 1828, 47.
Rondelet 1834, 18.
Hatzel 1849, 141.
Krünitz 1802, 498,499.
Laugier 1758, 103,104.
Izzo 1773, 38.
Wolfram 1818. Vorrede XIV, 131.
Linke 1850, 79.
Breyman 1856, 188.
Navier 1851, 112,113.
Wolfram 1838, 161-166.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
¹¹¹Sandart 1679, 3.
Sandart 1675. 1. T. 1. Buch, 18.
Architectura 1720, 3.
Goldmann 1699. Buch 1., 68.
Sturm 1745, 26.
Meinert 1796, 406.
J.G.M.1759, 107.
Succov 1751, 40.
Keferstein 1776, 216.
Redelykheid 1788, 27,46.
Wolfram 1818, Vorrede XIV, 131.
Milizia 1824. Bd. 3., 128.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
Menzel 1847, 109.
¹¹²Klügel 1789, 19.
¹¹³Helfenzrieder 1787, 87.
¹¹⁴Keferstein 1776, 216.
Izzo 1773, 38.
Krünitz 1802, 498,499.
¹¹⁵Succov 1751, 40.
Rudolph 1829, 77.
Wolfram 1818, 161.
¹¹⁶Rudolph 1829, 77.
Romberg 1838, 13.
¹¹⁷Belidor 1757. Buch 1., 13.
¹¹⁸Sax 1807, 13.
¹¹⁹Redelykheid 1788, 46.
¹²⁰Izzo 1773, 39.
¹²¹Rudolph 1829, 77.
Wolfram 1818, 161.
¹²²Durand 1831. Bd. 1., 25.
¹²³Rudolph 1829, 77.
Wolfram 1818, 161.
¹²⁴Suckow 1781, 56.
¹²⁵Gernrath 1825. Bd. 1., 55,56.
Redelykheid 1788, 41.
Laugier 1758, 103.
Wolfram 1839, 5.
¹²⁶Goldmann 1699. Buch 1., 24.
¹²⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 181.
¹²⁸Gilly 1798 (2), 126, 127.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 181.
Rommerdt 1828, 118.
¹²⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 181.
¹³⁰Sax 1807, 14.
¹³¹Suckow 1781, 49.
¹³²Eytelwein 1808. Bd. 1., 194,201.
Breyman 1856, 192.
Wolfram 1839, 5.
¹³³Milizia 1824. Bd. 3., 127.
¹³⁴Eytelwein 1808. Bd. 1., 194,201.
Breyman 1856, 192.
Milizia 1824. Bd. 3., 127.
¹³⁵Succov 1751, 40.
Suckow 1781, 51.
Meinert 1796, 373.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
J.G.M. 1760, 90.
Schübler 1732, 9.
Schauplatz 1774, No. 13.
Helfenzrieder 1787, 87.
Rondelet 1835, 133.
¹³⁶Suckow 1781, 55.
¹³⁷Redelykheid 1788, 46.
Goldmann 1699. Buch 1., 65.
¹³⁸Sandart 1675. 1. T. 1. Buch, 18.
¹³⁹Rondelet 1835, 92.
¹⁴⁰Meinert 1796, 409.
¹⁴¹Meinert 1796, 409.
¹⁴²Anweisung 1827, 26.
Linke 1850, 83.
Breyman 1856, 193.
¹⁴³Anweisung 1827, 25.
Menzel 1847, 107.
Linke 1850, 82,83.
Rondelet 1835, 121,123.
Breyman 1856, 193.
Rondelet 1834, 17.
¹⁴⁴Anweisung 1827, 26.
Linke 1850, 83.
¹⁴⁵Linke 1850, 79.
¹⁴⁶Daviler 1699, 338.
Goldmann 1699. Buch 1., 24,68.
Sturm 1745, 26.
Redelykheid 1788, 46.
Heigelin 1828, 35,68.
Breyman 1856, 188.
Eytelwein 1808. Bd. 1., 200,201.
Meinert 1796, 391.
¹⁴⁷Daviler 1699, 338.
¹⁴⁸Goldmann 1699. Buch 1., 68.
Suckow 1781, 55.
Milizia 1824. Bd. 3., 223.
¹⁴⁹Goldmann 1699. Buch 1., 68.
¹⁵⁰Goldmann 1699. Buch 1., 68.
Sturm 1745, 26.
Izzo 1773, 39.
¹⁵¹Daviler 1699, 339.
Schmidt 1794, 8.
¹⁵²Goldmann 1699. Buch 1., 69.
Milizia 1824. Bd. 3., 128.
¹⁵³Keferstein 1776, 216.
Durand 1831. Bd. 1., 25.
¹⁵⁴Schmidt 1794, 8.
¹⁵⁵Sturm 1745, 26.
¹⁵⁶Schauplatz 1776, No. 1.
Schübler 1732, 9.
Sax 1807, 14.
Izzo 1773, 39.
Gilly 1799 (1), 23.
Milizia 1824. Bd. 3., 127.
Meinert 1796, 407.
Schmidt 1794, 6, 17.
Daviler 1699, 210.
Goldfus 1794, 16.
Reinhold 1784, 216.
Durand 1831. Bd. 1., 25.
Wittig 1830, 205.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
¹⁵⁷Sturm 1745, 26.
Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
Goldfus 1794, 16.
Schauplatz 1776, No. 1.
Wiebeking 1826, 262.
Belidor 1757. Buch 1., 13.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
Durand 1831. Bd. 1., 25.
¹⁵⁸Meinert 1796, 406.
Wolfram 1818, 252.
¹⁵⁹Redelykheid 1788, 46.
¹⁶⁰Schmidt 1794, 6, 17.
Daviler 1699, 210.
Heigelin 1828, 50.
¹⁶¹Angermann 1766, 240.
Keferstein 1776, 216.
Huth 1787, 16.
Krünitz 1802, 498,499.
Schauplatz 1774, No. 13.
Menzel 1847, 110.
¹⁶²Daviler 1699, 210.
¹⁶³Goldmann 1699. Buch 1., 68.
Krünitz 1802, 498,499.
Schübler 1732, 9.
Perrault 1757, 47.
¹⁶⁴Sax 1807, 14.
Wiebeking 1826, 262.
Heigelin 1828, 50.
¹⁶⁵Voch 1780 (1), 5.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 241.
Rudolph 1829, 57.
Wolfram 1818, 253,254.
Wittig 1830, 205.
Schauplatz 1774, No. 13.
Gilly 1799 (1), 23.
Bode 1804, 75.
Rommerdt 1828, 81,171.
Breyman 1856, 195.
¹⁶⁶Bode 1804, 75.
¹⁶⁷Izzo 1773, 38.
Gernrath 1825. Bd. 1., 56,57.
Bode 1804, 75.
¹⁶⁸Goldmann 1699. Buch 1., 68.
Penther 1746-64. Bd. 2., 17.
Triest 1809. Bd. 2., 371-374.
Meinert 1796, 408.
Rondelet 1835, 117-120.
Rommerdt 1828, 99.
¹⁶⁹Voch 1780 (1), 3.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A
Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 87.
Rommerdt 1828, 98.

- Wolfram 1818, 161,251.
Redelykheid 1788, 72.
Breymann 1856, 193.
Schmidt 1794, 6.
Bleichrodt 1848, 148.
¹⁷⁰Goldmann 1721, Tab. XI.
Angermann 1766, 152.
Lassaulx 1829 (1), 318.
Wolfram 1839, 18,19,28.
Succov 1751, 38.
Suckow 1781, 47.
Accum 1826. Bd. 1., 231.
Linke 1850, 56,57.
¹⁷¹Wolfram 1839, 18,19.
Rondelet 1834, 21.
Goldmann 1699. Buch 1., 66.
Büsch 1800, 135,136.
Suckow 1781, 19.
¹⁷²Wolfram 1818, 151.
¹⁷³Goldmann 1699. Buch 1., 25.
Perrault 1757, 45.
Hirt 1809, 151.
¹⁷⁴Sturm 1745, 27.
¹⁷⁵Angermann 1766, 150,152.
Patte 1769, 204,Pl. V.
Fig. 2. U. S. 274-277, Pl. XIII.
¹⁷⁶Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
Succov 1751, 41.
Wolfram 1818, 258.
¹⁷⁷Mitglieder 1798, 87.
Rudolph 1829, 63.
¹⁷⁸Brehme 1998, 67.
Röper 1989, 71.
¹⁷⁹Wolfram 1839, 18,19.
Menzel 1847, 112.
¹⁸⁰Wedeke 1849, 108.
¹⁸¹Voch 1782, 53, 54.
Russell 1993.
Architecture Coupe des Pierres, Plan III.
¹⁸²Voch 1782, 53, 54.
Russell 1993, Plan III.
¹⁸³Rondelet 1834, 22,23.
Wolfram 1839, 18,19.
¹⁸⁴Wolfram 1839, 6.
¹⁸⁵Angermann 1766, 151.
¹⁸⁶Goldmann 1699. Buch 1., 67.
Angermann 1766, 225.
Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
Izzo 1773, 41.
Reinhold 1784, 216.
Schauplatz 1774, No. 13.
Schmidt 1794, 5.
Succov 1751, 37.
Suckow 1781, 46.
Redelykheid 1788, 3,7.
Voch 1780 (2), 8.
Meinert 1796, 411.
Büsch 1800, 139.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 228.
J.G.M. 1760, 36.
Milizia 1824. Bd. 3., 122,124.
Polhem 1739, 190.
- Wiebeking 1826, 265,259.
Heigelin 1828, 42.
Menzel 1847, 104,146.
Rommerdt 1828, 80,90.
Rudolph 1829, 46.
Hirt 1809, 151.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
Durand 1831. Bd. 1., 24.
Schinkel 1835, 1.
Belidor 1757. Buch 3., 67.
Helfenzrieder 1787, 52,54,55.
Krünitz 1802, 496.
Sax 1807. Bd. 1., 5.
Bode 1804, 45.
Linke 1850, 45.
Breymann 1856, 192.
Wolfram 1818, 139,140,141.
Wolfram 1839, 5.
¹⁸⁷Vauban (1696). Buch 1., 2.
¹⁸⁸Redelykheid 1788, 3
¹⁸⁹Redelykheid 1788, 1,5,6,10.
¹⁹⁰Vitruvius 1548, CLXXIII.
Vitruvius 1987, 79.
Milizia 1824. Bd. 3., 125.
Perrault 1757, 43.
Bleichrodt 1848, 159.
¹⁹¹Redelykheid 1788, 8,9.
¹⁹²Goldmann 1699. Buch 1., 68.
¹⁹³Belidor 1757. Buch 3., 66.
Keferstein 1776, 217.
Wiebeking 1826, 265.
Wolfram 1818, 140,141.
Wolfram 1839, 5.
Heigelin 1828, 42.
Menzel 1847, 146.
Rommerdt 1828, 80,90.
Rudolph 1829, 46.
Hirt 1809, 151.
Durand 1831. Bd. 1., 24.
Schinkel 1835, 1.
Krünitz 1802, 496.
Helfenzrieder 1787, 52.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
Bode 1804, 45.
Succov 1751, 35.
Suckow 1781, 44.
Linke 1850, 45.
Breymann 1856, 189.
Meinert 1796, 249.
Daviler 1759, 243.
¹⁹⁴J.G.M. 1760, 36.
Rommerdt 1828, 81.
Wolfram 1818, 138.
Meinert 1796, 415.
¹⁹⁵Huth 1790, 210.
Wolfram 1818, 137.
Rondelet 1833, 232.
Romberg 1838, 6.
Lange 1779, 235.
Helfenzrieder 1787, 85,86.
Manger 1785, 87,88.
Rondelet 1834, 8.
- Goldmann 1699. Buch 1., 67.
Sax 1807, 7.
Wolfram 1839, 5,24.
Linke 1850, 45.
¹⁹⁶Helfenzrieder 1787, 85,86.
Breymann 1856, 189.
Büsch 1800, 137.
¹⁹⁷Wolfram 1818, 133.
Breymann 1856, 23.
¹⁹⁸Wolfram 1839, 7.
¹⁹⁹Büsch 1800, 135,136.
Wolfram 1818, 131.
Rondelet 1834, 21.
²⁰⁰Lange 1779, 275.
Helfenzrieder 1787, 56.
Redelykheid 1788, 98.
Triest 1809. Bd. 1., 121.
²⁰¹Breymann 1856, 191,192.
²⁰²Rondelet 1834, 20.
Breymann 1856, 190,192.
Heigelin 1828, 42.
Wolfram 1818, 251.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A
Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 87.
Mitglieder 1798, 83.
Triest 1809. Bd. 1., 142.
Triest 1809. Bd. 2., 378.
²⁰³Voch 1780. (2), 8.
Meinert 1796, 410.
Gilly 1799 (1), 23.
Eytelwein 1808. Bd. 1., 198.
Rommerdt 1828, 82.
Wolfram 1838, 55.
²⁰⁴Triest 1809. Bd. 2., 384.
²⁰⁵Laugier 1758, 103,104.
Izzo 1773, 38.
Wolfram 1818. Vorrede XIV, 131.
Linke 1850, 79.
Breymann 1856, 188.
²⁰⁶Rondelet 1835, 123.
Linke 1850, 79.
²⁰⁷Heigelin 1828, 46.
Menzel 1847, 111.
²⁰⁸Succov 1751, 61.
Suckow 1781, 91.
Helfenzrieder 1787, 83.
Wolfram 1818, 258.
Heigelin 1828, 47,49.
²⁰⁹Helfenzrieder 1787, 83.
²¹⁰Helfenzrieder 1787, 83.
²¹¹BLHA: Pr. Br. Rep. 30
A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 87,90.
Wolfram 1838, 54.
Succov 1751, 141.
Suckow 1781, 168,169.
Wolfram 1818, 252.
Sachs 1825, 32.
Schmidt 1794, 7.
Triest 1809. Bd. 2., 384,386.
Romberg 1838, 15.
Linke 1850, 83.
- ²¹²Helfenzrieder 1787, 83.
Wolfram 1818, 252.
Menzel 1847, 107.
Müller 1846, 219.
Lange 1779, 269.
²¹³Mitglieder 1798, 88.
Wolfram 1838, 54.
²¹⁴Helfenzrieder 1787, 83.
Bode 1804, 47,78.
Menzel 1847, 106,107.
Gernrath 1825. Bd. 1., 50.
²¹⁵Menzel 1847, 111.
²¹⁶Wolfram 1818, 251.
²¹⁷BLHA: Pr. Br. Rep. 30
A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 90,92 ff.
Bode 1804, 74.
Triest 1809. Bd. 2., 384,386.
Schmidt 1794, 6.
Kuhn 1915, 570.
Wolfram 1818, 253,254.
Wolfram 1838, 54.
Helfenzrieder 1787, 86.
Anweisung 1827, 25.
Linke 1850, 79.
Breymann 1856, 193.
²¹⁸Eytelwein 1808. Bd. 1., 196.
²¹⁹Schauplatz 1774, No. 13.
²²⁰Menzel 1847, 105.
Durand 1831. Bd. 2., 49.
²²¹Gilly 1806, 84.
²²²Triest 1809. Bd. 2., 386.
Heigelin 1828, 47.
Linke 1850, 83.
Menzel 1847, 111.
Rondelet 1835, 124.
²²³Linke 1850, 83.
²²⁴Keferstein 1776, 217.
Meinert 1796, 420.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 200.
Milizia 1824. Bd. 3., 89.
Wolfram 1839, 10.
Wedeke 1849, 51.
²²⁵Izzo 1773, 29.
Romberg 1838, 7,8.
Rudolph 1829, 53.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 237.
Wolfram 1818, 146.
²²⁶Gernrath 1825. Bd. 1., 57,58.
²²⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 237.
Rudolph 1829, 53.
²²⁸Bode 1804, 47,78.
Izzo 1773, 42.
Romberg 1838, 7,8.
Rudolph 1829, 53.
²²⁹Perrault 1757, 45.
Goldmann 1699. Buch 1., 24,25.
Krünitz 1802, 500.
²³⁰Mitglieder 1798, 87.
Rudolph 1829, 63.
Linke 1850, 80.
²³¹Keferstein 1776, 218.

- Perrault 1757, 45.
 Izzo 1773, 43.
 Mitglieder 1798, 87.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 241.
 Sachs 1831, 49.
²³²Eytelwein 1805, 132.
²³³Goldmann 1699. Buch 1., 25.
 Perrault 1757, 45.
 Hirt 1809, 151.
²³⁴Keferstein 1776, 218.
²³⁵Keferstein 1776, 218.
 Izzo 1773, 42.
²³⁶Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Rudolph 1829, 62, 63.
 Gilly 1799 (1), 36.
 Helfenzrieder 1787, 83.
 Milizia 1824. Bd. 3., 128.
²³⁷Wolfram 1818, 259.
 Rudolph 1829, 62, 63.
²³⁸Helfenzrieder 1787, 83.
²³⁹Rudolph 1829, 62, 63.
²⁴⁰BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 98, 99.
 Izzo 1773, 43.
 Krünitz 1802, 500.
 Berson 1804, 71.
 Wolfram 1818, 258, 259.
 Rudolph 1829, 62, 63.
²⁴¹Wolfram 1818, 259.
 Rudolph 1829, 62, 63.
²⁴²Rudolph 1829, 62, 63.
²⁴³Krünitz 1802, 501.
 Izzo 1773, 43.
²⁴⁴Mitglieder 1798, 87.
²⁴⁵BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 98, 99.
²⁴⁶Berson 1804, 71.
²⁴⁷Krünitz 1802, 501.
²⁴⁸Sturm 1745, 26.
 Wolfram 1838, 55.
²⁴⁹Milizia 1824. Bd. 3., 128.
 Accum 1826. Bd. 2., 256.
²⁵⁰Wolfram 1839, 36, 37.
²⁵¹Wolfram 1839, 36, 37.
²⁵²Wolfram 1839, 36, 37.
 Accum 1826. Bd. 2., 256.
²⁵³Mitglieder 1798, 86.
 Rudolph 1829, 62, 63.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
 Krünitz 1802, 501.
²⁵⁴BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 101.
²⁵⁵Rudolph 1829, 63.
 Mitglieder 1798, 86.
²⁵⁶Mitglieder 1798, 86, 87.
 Rudolph 1829, 63.
²⁵⁷Mitglieder 1798, 87.
²⁵⁸Mitglieder 1798, 87.
 Linke 1850, 80.
- ²⁵⁹BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 98, 99.
²⁶⁰Mitglieder 1798, 86.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 97.
 Berson 1804, 71.
 Rudolph 1829, 63.
²⁶¹Mitglieder 1798, 87.
 Sachs 1831, 49.
²⁶²Alberti 1912, 310.
²⁶³Alberti 1912, 310.
²⁶⁴Alberti 1912, 310, 311.
²⁶⁵Straub 1992, 103.
²⁶⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 1, 3.
 Winkelmann 1762, 1.
 Posener 1983 (3), 49.
 Suckow 1781, 7.
 Reinhold 1784, 216.
 Redelykheid 1788, 72.
 Rudolph 1829, 78.
 Milizia 1824. Bd. 3., 2, 3.
 Meinert 1796, 218, 219, 251.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 86.
 Rommerdt 1828, 98.
 Roy le 1763, 3.
 Ritgen 1835,
²⁶⁷Laugier 1758, 103.
 Suckow 1781, 50.
 Milizia 1824. Bd. 3., 5.
²⁶⁸Suckow 1781, 51.
²⁶⁹Elvius 1743, 268.
²⁷⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 8.
²⁷¹Goldmann 1699. Buch 1., 68.
 Mitglieder 1798, 84.
²⁷²Romberg 1838, 15.
²⁷³Izzo 1773, 43.
 Helfenzrieder 1787, 86.
 Suckow 1781, 49, 56.
 Meinert 1796, 372.
 Wolfram 1838, 54.
²⁷⁴Eytelwein 1805, 124.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 8.
 Meinert 1796, 373.
 Menzel 1847, 110, 111.
²⁷⁵Meinert 1796, 373.
 Wolfram 1818, 251.
²⁷⁶Goldmann 1699. Buch 1., 68.
 Wolfram 1818, 251.
 Wolfram 1838, 54.
²⁷⁷Helfenzrieder 1787, 83.
²⁷⁸Helfenzrieder 1787, 87.
²⁷⁹Belidor 1757. Buch 1., 12.
²⁸⁰Krünitz 1802, 497.
 Suckow 1781, 55.
²⁸¹Redelykheid 1788, 41.
- Belidor 1757. Buch 3., 65.
 Wolfram 1818, 251.
²⁸²Succov 1751, 9.
 Suckow 1781, 5, 10.
 Eytelwein 1808. Bd. 1., 194.
²⁸³Wolfram 1818, 162.
²⁸⁴Laugier 1758, 103, 104, 109.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 8.
 Meinert 1796, 58, 59.
 Succov 1751, 141.
 Suckow 1781, 169.
 Navier 1851, 124.
 Rondelet 1835, 13-22.
 Rondelet 1834, 17.
²⁸⁵Wedek 1849, 54.
²⁸⁶Belidor 1757. Buch 1., 23, 24.
 Maillard 1817. Bd. 1., 38.
²⁸⁷Goldmann 1699. Buch 1., 24.
²⁸⁸Keferstein 1776, 218.
²⁸⁹Goldmann 1699. Buch 1., 24.
 Redelykheid 1788, 41.
 Keferstein 1776, 218.
 Huth 1790, 210.
²⁹⁰Laugier 1758, Vorbemerkung.
²⁹¹Laugier 1758, 102.
²⁹²Laugier 1758, 102, 103.
 Suckow 1781, 50, 51.
²⁹³Lange 1779, 7.
 Riedel 1797 (1), 3.
 Durand 1831. Bd. 1., 6.
 Hirt 1809, 30.
 Gaus 1971, 29.
 Posener 1983 (2), 41.
²⁹⁴Riedel 1797 (1), 3.
²⁹⁵Perrault 1757, 16, 17.
²⁹⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
²⁹⁷Lange 1779, 6.
 Riedel 1797 (3), 52.
²⁹⁸Hirt 1809, 26, 27.
²⁹⁹Riedel 1797 (3), 53.
 Tappe 1821, 1
³⁰⁰Schübler 1732, 9.
 Succov 1751, 9.
 Suckow 1781, 10.
³⁰¹Succov 1751, 9.
 Suckow 1781, 10.
 Rommerdt 1828, 99.
³⁰²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 173.
 Wolfram 1838, 54.
³⁰³J.G.M. 1760, 36.
³⁰⁴Wolfram 1838, 55.
³⁰⁵Meinert 1796, 371.
 Heigelin 1828, 49.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 90.
 Wolfram 1818, 252.
 Menzel 1847, 105.
³⁰⁶Penther 1746-64. Bd. 2., 2.
 Meinert 1796, 371.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 241.
- Heigelin 1828, 49.
³⁰⁷Penther 1746-64. Bd. 2., 2.
 Suckow 1781, 53.
 Meinert 1796, 371.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 241.
 Rommerdt 1828, 98.
 Redelykheid 1788, 72.
 Wolfram 1818, 251.
³⁰⁸Schmidt 1794, 7.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 90.
 Heigelin 1828, 49, 50.
 Linke 1850, 79.
 Wolfram 1818, 251.
 Bleichrodt 1848, 148.
³⁰⁹Heigelin 1828, 49.
³¹⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 241.
³¹¹Heigelin 1828, 47, 50.
 Triest 1809. Bd. 2., 386.
 Linke 1850, 83.
 Wolfram 1838, 55.
³¹²Redelykheid 1788, 72.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 90.
 Heigelin 1828, 49.
³¹³Redelykheid 1788, 72.
 Eytelwein 1808. Bd. 1., 198.
 Linke 1850, 79.
³¹⁴J.G.M. 1760, 36.
 Succov 1751, 40.
 Izzo 1773, 38.
 Redelykheid 1788, 71.
 Meinert 1796, 372.
 Wolfram 1818, 252.
 Breymann 1856, 188.
³¹⁵Meinert 1796, 371.
 Wolfram 1818, 160.
 Bleichrodt 1848, 148.
³¹⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 8.
 Meinert 1796, 373.
 Wolfram 1818, 161.
 Wolfram 1839, 5.
³¹⁷Linke 1850, 79.
 Navier 1851, 111.
³¹⁸Rudolph 1829, 78.
³¹⁹Rondelet 1835, 117-120.
 Rommerdt 1828, 99.
³²⁰Meinert 1796, 218, 219.
 Linke 1850, 79.
 Bleichrodt 1848, 148.
 Wolfram 1838, 54.
 Eytelwein 1808. Bd. 1., 198.
 Breymann 1856, 195.
³²¹Helfenzrieder 1787, 82.
 Triest 1809. Bd. 2., 386.
 Romberg 1838, 15.
 Sachs 1825, 32.
³²²Izzo 1773, 38.

Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 56, 57.
 Wolfram 1818, 253, 254.
³²³Penther 1746-64. Bd. 2., 2.
 Ziegler 1776, 32.
 Milizia 1824. Bd. 3., 35.
³²⁴Izzo 1773, 42.
³²⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 235, 243.
 Wolfram 1818, 253.
 Bleichrodt 1848, 147.
³²⁶Meinert 1796, 410.
 Rommerdt 1828, 89.
³²⁷Suckow 1781, 50.
³²⁸Schauplatz 1776, No. 45.
³²⁹Rondelet 1835, 132.
³³⁰Goldmann 1699. Buch 1., 68.
 Milizia 1824. Bd. 3., 123.
³³¹Goldmann 1699. Buch 1., 68.
 Milizia 1824. Bd. 3., 123.
³³²Keferstein 1776, 216.
 Redelykheid 1788, 46.
 Mitglieder 1798, 84.
³³³Goldmann 1699. Buch 4., 148.
³³⁴Ziegler 1776, 32.
 Berson 1804, 21.
 Linke 1850, 82.
 Triest 1809. Bd. 2., 384.
 Mitglieder 1798, 84.
 Romberg 1838, 15.
 Breymann 1856, 195.
³³⁵Succov 1751, 62.
 Ziegler 1776, 32.
 Krünitz 1802, 740.
 Suckow 1781, 54, 91.
 Bode 1804, 75.
 Reinhold 1784, 216.
³³⁶Goldmann 1699. Buch 1., 68.
³³⁷Rommerdt 1828, 171.
³³⁸Meinert 1796, 409.
³³⁹Ziegler 1776, 31.
³⁴⁰Succov 1751, 41.
³⁴¹J.G.M. 1760, 36.
³⁴²Suckow 1781, 54.
³⁴³Suckow 1781, 54.
³⁴⁴Succov 1751, 41.
³⁴⁵Mitglieder 1798, 84.
 Linke 1850, 81.
³⁴⁶Penther 1746-64. Bd. 2., 17.
 Izzo 1773, 38.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A
 Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 92 ff.
³⁴⁷Meinert 1796, 408.
³⁴⁸Belidor 1757. Buch 1., 11.
³⁴⁹Izzo 1773, 30, 40.
³⁵⁰Suckow 1781, 50.
³⁵¹Krünitz 1802, 500.
³⁵²Triest 1809. Bd. 2., 385.
³⁵³Suckow 1781, 49.

³⁵⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
³⁵⁵Meinert 1796, 404.
³⁵⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
³⁵⁷Linke 1850, 79.
 Breymann 1856, 188.
³⁵⁸Succov 1751, 41.
³⁵⁹Berson 1804, 21.
 Milizia 1824. Bd. 3., 87.
 Meinert 1796, 411.
 Bleichrodt 1830. Bd. 2., 406.
 Wolfram 1818, 251.
³⁶⁰J.G.M. 1760, 36.
³⁶¹Meinert 1796, 409.
³⁶²BLHA: Pr. Br. Rep. 30
 A Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 92 ff.
 Triest 1809. Bd. 2., 384.
 Schmidt 1794, 6.
 Voch 1780 (1), 3.
 Huth 1787, 16.
³⁶³Keferstein 1776, 216.
³⁶⁴Succov 1751, 40, 41.
³⁶⁵Suckow 1781, 53.
³⁶⁶Suckow 1781, 54.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 241.
³⁶⁷Meinert 1796, 408.
³⁶⁸BLHA: Pr. Br. Rep. 30
 A Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 89.
³⁶⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
³⁷⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
 Bode 1804, 74.
 Romberg 1838, 15.
³⁷¹Bode 1804, 74.
³⁷²Hirt 1809, 145.
³⁷³Gilly 1790, 7, 8.
 Hirt 1809, 145.
 Rudolph 1829, 57.
³⁷⁴Krünitz 1796, 116.
³⁷⁵Rudolph 1829, 82, 83.
 Linke 1850, 82.
³⁷⁶Sachs 1831, 45.
 Heigelin 1828, 50.
³⁷⁷Rudolph 1829, 82.
 Linke 1850, 81.
³⁷⁸Menzel 1847, 110.
³⁷⁹Menzel 1847, 105.
³⁸⁰Linke 1850, 80.
³⁸¹Berson 1804, 49.
³⁸²Mitglieder 1798, 84.
³⁸³Linke 1850, 82.
³⁸⁴Keferstein 1776, 220.
 Gilly 1787, 20.
³⁸⁵Gilly 1787, 27.
 Stieglitz 1792. Bd. 3., 645.
 Meinert 1796, 447.
 Bode 1804, 54.
 Triest 1809. Bd. 1., 99.
 Lange 1779, 164.
 Krünitz 1796, 65.
 Manger 1785, 101.
 Keferstein 1776, 220.
 Rommerdt 1828, 174.

³⁸⁶Böthcke 1795, 11.
 Krünitz 1796, 69.
³⁸⁷Hinweis von C. Ziegert, TU Berlin
³⁸⁸Krünitz 1796, 66.
 Gilly 1787, 27.
³⁸⁹Meinert 1797, 387.
³⁹⁰Gilly 1787, 20.
³⁹¹Breymann 1856, 198.
³⁹²Krünitz 1796, 116.
 Bode 1804, 74.
³⁹³Kosmann 1799, 21.
³⁹⁴Meinert 1796, 405.
³⁹⁵Menzel 1847, 105., 106.
³⁹⁶Menzel 1847, 106.
³⁹⁷Menzel 1847, 106.
³⁹⁸Breymann 1856, 198.
³⁹⁹Breymann 1856, 195.
⁴⁰⁰Breymann 1856, 198.
⁴⁰¹Helfenzrieder 1787, 131.
⁴⁰²Vitruvius 1548, CCXXII.
 Goldmann 1699. Buch 1., 10.
 Durand 1831. Bd. 1., 26.
 Wedeke 1849, 94.
⁴⁰³Goldmann 1699. Buch 1., 10.
 Roy le 1763, 3.
 Durand 1831. Bd. 1., 26.
 Wedeke 1849, 94.
⁴⁰⁴Goldmann 1699. Buch 1., 69.
⁴⁰⁵Goldmann 1699. Buch 1., 10.
⁴⁰⁶Vitruvius 1548, CCXXII.
 Durand 1831. Bd. 1., 26.
⁴⁰⁷Durand 1831. Bd. 1., 26.
⁴⁰⁸Sammlung 1799 (1), 3
⁴⁰⁹Durand 1831. Bd. 1., 26.
⁴¹⁰Hirt 1809, 30.
⁴¹¹Wolfram 1818, 337.
⁴¹²Bode 1804, 78.
⁴¹³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 248.
 Wolfram 1818, 250.
⁴¹⁴Goldmann 1699. Buch 1., 25.
 Hirt 1809, 123.
 Heigelin 1828, 35.
⁴¹⁵Goldmann 1699. Buch 1., 26.
⁴¹⁶Goldmann 1699. Buch 1., 26.
 Sturm 1745, 28.
 J.G.M. 1760, 37.
 Milizia 1824. Bd. 3., 87.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 248.
 Gilly 1799 (1), 25.
 Meinert 1796, 70.
 Bode 1804, 78.
 Wolfram 1818, 337.
⁴¹⁷Keferstein 1776, 218.
⁴¹⁸Mitglieder 1798, 83.
 Rudolph 1829, 146.
⁴¹⁹Schmidt 1794, 19.
⁴²⁰Berson 1804, 52.
 Hirt 1809, 123.

Heigelin 1828, 35.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 46.
⁴²¹Linke 1850, 86.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 46.
 Berson 1804, 52.
 Rudolph 1829, 79.
 Romberg 1838, 13.
 Wedeke 1849, 54.
⁴²²Rondelet 1835, 68.
⁴²³Rommerdt 1828, 171.
 Wittig 1830, 205.
⁴²⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 248.
⁴²⁵Wittig 1830, 205.
⁴²⁶Wittig 1830, 206.
⁴²⁷Newyahn 1837 (2), 221.
⁴²⁸Alberti 1991, 61, 132, 136.
⁴²⁹Vitruvius 1548, CCXXIII.
⁴³⁰Daviler 1699, 340, 341.
⁴³¹Peschken 1797, 79.
⁴³²Heigelin 1828, 44.
⁴³³Sturm 1745, 27.
 Goldmann 1699. Buch 1., 25.
⁴³⁴Goldmann 1699. Buch 1., 25.
 Bode 1804, 71.
⁴³⁵Goldmann 1699. Buch 1., 25.
 Goldmann 1699. Buch 4., 137, 147.
⁴³⁶Bode 1804, 77.
 Heigelin 1828, 52, 53.
 Menzel 1835, 303.
 Wolfram 1838, 54.
⁴³⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
 Helfenzrieder 1787, 87.
 Schmidt 1794, 10.
 Hirt 1809, 30.
 Milizia 1824. Bd. 3., 5.
 Durand 1831. Bd. 1., 25.
⁴³⁸Menzel 1847, 106.
⁴³⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
⁴⁴⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
⁴⁴¹Heigelin 1828, 45.
 Durand 1831. Bd. 1., 25.
 Rommerdt 1828, 98.
⁴⁴²Heigelin 1828, 45.
⁴⁴³Heigelin 1828, 45.
⁴⁴⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
⁴⁴⁵Laugier 1758, 40.
⁴⁴⁶Meinert 1796, 58, 59.
⁴⁴⁷Meinert 1796, 58, 59.
⁴⁴⁸Heigelin 1828, 45.
⁴⁴⁹Durand 1831. Bd. 1., 26.
⁴⁵⁰Sandrart 1679. Teil 1., 3, 4.
⁴⁵¹Goldmann 1699. Buch 1., 25, 26.
 Alberti 1991, 60.
 Succov 1751, 61.

- Suckow 1781, 91.
Izzo 1773, 43.
Meinert 1796, 58, 59.
Bode 1804, 77.
Schmidt 1794, 19.
Heigelin 1828, 47, 50.
Wolfram 1838, 54.
Keferstein 1776, 218.
Sturm 1745, 27.
Breymann 1856, 97.
⁴⁵²Sandart 1679. Teil 1., 3, 4.
⁴⁵³Sturm 1745, 5.
Succov 1751, 61, 63.
Suckow 1781, 91, 92.
Keferstein 1776, 218.
Izzo 1773, 43.
Meinert 1796, 58, 59.
Heigelin 1828, 47.
Wolfram 1838, 54, 55.
Breymann 1856, 196.
Gilly 1799 (1), 25.
Bode 1804, 77.
Wolfram 1818, 336, 337.
⁴⁵⁴Succov 1751, 62.
Suckow 1781, 91.
⁴⁵⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 249.
⁴⁵⁶Berson 1804, 1, 2, 48.
Wolfram 1818, 335.
Rudolph 1829, 145.
⁴⁵⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 249.
Rudolph 1829, 145.
⁴⁵⁸Berson 1804, 45.
⁴⁵⁹Mitglieder 1798, 83.
⁴⁶⁰Mitglieder 1798, 83.
⁴⁶¹Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
⁴⁶²Gilly 1799 (1), 25.
⁴⁶³Rudolph 1829, 140.
⁴⁶⁴Schmidt 1794, 23.
⁴⁶⁵Schübler 1732, 25.
Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
J.G.M. 1760, 38, 39.
⁴⁶⁶Meinert 1796, 426.
⁴⁶⁷Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
⁴⁶⁸Schmidt 1794, 23.
⁴⁶⁹Bode 1804, 78.
⁴⁷⁰J.G.M. 1760, 38, 39.
Meinert 1796, 426.
⁴⁷¹Penther 1746-64. Bd. 2., 31.
⁴⁷²Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
Penther 1746-64. Bd. 2., 31.
Wittig 1830, 206.
⁴⁷³Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
⁴⁷⁴Gilly 1799 (1), 25.
Bode 1804, 78.
Steiner 1803, 14.
⁴⁷⁵Schmidt 1794, 23.
Meinert 1796, 426.
Bode 1804, 78.
⁴⁷⁶Meinert 1796, 406.
⁴⁷⁷Sax 1807, 6.
Heigelin 1828, 45.
⁴⁷⁸Krünitz 1802, 496.
Sturm 1745, 26.
Perrault 1757, 45, 46.
- Schauplatz 1776, No. 1.
Izzo 1773, 38.
Rondelet 1835, 66.
Huth 1790, 209.
Succov 1751, 40.
Goldmann 1699. Buch 1., 24.
Gernrath 1825. Bd. 1., 55.
⁴⁷⁹Angermann 1766, 241.
Meinert 1796, 391.
⁴⁸⁰J.G.M. 1760, 82.
Angermann 1766, 241.
Gilly 1799 (1), 24.
Bode 1804, 77.
⁴⁸¹Bode 1804, 77.
Menzel 1829 (2), 312.
⁴⁸²Heigelin 1828, 47.
⁴⁸³Rondelet 1834, 15.
Rondelet 1835, 294.
Helfenzrieder 1787, 152.
⁴⁸⁴Stieglitz 1792. Bd. 1., 548.
⁴⁸⁵Hatzel 1849, 134.
⁴⁸⁶Menzel 1829 (2), 312.
Gernrath 1825. Bd. 1., 59.
⁴⁸⁷Stieglitz 1792. Bd. 3., 653.
Krünitz 1796, 125, 126.
Goldfus 1794, 43.
⁴⁸⁸Goldfus 1794, 15, 44.
⁴⁸⁹Goldfus 1794, 43, 44.
Triest 1809. Bd. 1., 88.
Gilly 1787, 25.
⁴⁹⁰Krünitz 1796, 127.
⁴⁹¹Goldfus 1794, 45, 46.
⁴⁹²Stieglitz 1792. Bd. 3., 653.
Krünitz 1796, 125, 126.
⁴⁹³Gilly 1787, 25.
Goldfus 1794, 47.
⁴⁹⁴Goldfus 1794, 31.
⁴⁹⁵Goldfus 1794, 46.
⁴⁹⁶Manger 1785, 87.
⁴⁹⁷Milizia 1824. Bd. 3., 85.
Rondelet 1835, 93ffg., 146.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 173.
Menzel 1847, 92.
⁴⁹⁸Helfenzrieder 1787, 207.
Mitglieder 1798, 86.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 181.
Meinert 1796, 408.
Rommerdt 1828, 99.
Goldfus 1794, 15.
⁴⁹⁹Triest 1809. Bd. 1., 365.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
⁵⁰⁰Hirt 1809, 112, 123.
⁵⁰¹Lange 1779, 128.
⁵⁰²Riedel 1803, 1.
⁵⁰³Lange 1779, 127.
Meinert 1796, 499-500.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 240.
Gilly 1799 (1), 22.
⁵⁰⁴Lange 1779, 299.
Gilly 1787, 25.
- Gilly 1799 (1), 19.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 24.
Krünitz 1796, 116, 120.
Bode 1804, 57.
Catel 1808, 25.
Menzel 1847, 23.
Linke 1850, 64.
⁵⁰⁵Goldfus 1794, 15.
Felbiger 1783, 55.
Gernrath 1825. Bd. 1., 66.
⁵⁰⁶Böthcke 1795, 26.
⁵⁰⁷Krünitz 1796, 66, 69, 120.
Keferstein 1776, 223.
Bode 1804, 75.
Triest 1809. Bd. 2., 388.
⁵⁰⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 66.
⁵⁰⁹Triest 1809. Bd. 1., 88.
Gernrath 1825. Bd. 1., 66.
⁵¹⁰Accum 1826. Bd. 2., 75.
⁵¹¹Heigelin 1828, 44, 45.
Romberg 1838, 15.
⁵¹²Wolfram 1818, 160.
⁵¹³Triest 1809. Bd. 1., 365.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
⁵¹⁴Rudolph 1829, 79.
⁵¹⁵Heigelin 1828, 48.
⁵¹⁶Bode 1804, 63, 64.
Belidor 1757. Buch 3., 53.
Suckow 1781, 90.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
Triest 1809. Bd. 1., 365.
Krünitz 1796, 134-144.
Wolfram 1818, 166.
Milizia 1824. Bd. 3., 87.
Heigelin 1828, 22.
Rudolph 1829, 78.
Durand 1831. Bd. 1., 27.
Wedek 1849, 54.
Goldfus 1794, 16.
Hirt 1809, 121, 125.
Menzel 1847, 212.
Linke 1850, 95.
⁵¹⁷Goldfus 1794, 16.
Bode 1804, 64.
Triest 1809. Bd. 2., 365.
Menzel 1847, 100.
⁵¹⁸BLHA: Pr. Br. Rep. 30
A Berlin Nr. 17. Acta
Bauwesen in hiesigen
Residenzen betreffend
von 1795 bis 1809. 99.
Wolfram 1818, 160.
⁵¹⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 181, 183.
Triest 1809. Bd. 2., 365.
Heigelin 1828, 28, 32.
Milizia 1824. Bd. 3., 85, 127.
Müller 1846, 208.
⁵²⁰Vitruvius 1548, LXXXVII.
⁵²¹Hinweis Büro Urban
und Strackenbrock,
Henningsdorf.
⁵²²J.G.M. 1760, 40.
- ⁵²³Voch 1780 (1), 4.
⁵²⁴Daviler 1699, 339.
⁵²⁵Goldmann 1699. Buch 1., 65.
Belidor 1757. Buch 3., 53.
Succov 1751, 61.
⁵²⁶Krünitz 1802, 506.
⁵²⁷Beuth 1848, 1, 2.
⁵²⁸Bandhauer 1836, 86.
⁵²⁹Bandhauer 1836, 88.
⁵³⁰Goldmann 1699. Buch 3., 119.
⁵³¹Schübler 1735, 50.
⁵³²Lassaulx 1829 (1), 318.
Menzel 1835, 305.
⁵³³Wolfram 1818, 200.
Succov 1751, 45.
Suckow 1781, 63.
Goldmann 1699. Buch 4., 148.
Sturm 1699, 138.
Lange 1779, 148.
Menzel 1835, 303.
Leybald 1858, 10.
Rondelet 1834, 115.
⁵³⁴J.G.M. 1760, 45.
Leybald 1858, 12.
⁵³⁵Wolfram 1838, 122.
Breymann 1856, 78.
Leybald 1858, 12.
⁵³⁶Goldmann 1699. Buch 1., 25.
Daviler 1699, 340, 341.
Bode 1804, 71.
Schinkel 1835, 8.
⁵³⁷Menzel 1845, 50.
Menzel 1847, 205, 206.
Crelle 1840 (1), 341.
⁵³⁸Bode 1804, 68, 69.
⁵³⁹Manger 1785, 145.
Meinert 1797, 15.
Mitglieder 1798, 86.
Wolfram 1818, 188.
⁵⁴⁰Bode 1804, 69.
Triest 1809. Bd. 2., 418.
⁵⁴¹Berson 1804, 52.
⁵⁴²Flaminus 1836. (1), 4.
⁵⁴³Notizblatt 1833, 7.
⁵⁴⁴Flaminus 1836. (1), 4.
⁵⁴⁵Flaminus 1836. (1), 4, 5.
⁵⁴⁶Flaminus 1836. (2), 12.
⁵⁴⁷Flaminus 1836. (1), 4.
Flaminus 1836. (2), 12.
⁵⁴⁸Flaminus 1836. (2), 9.
⁵⁴⁹Flaminus 1836. (2), 9.
⁵⁵⁰Flaminus 1836. (2), 9.
⁵⁵¹Flaminus 1836. (1), 4.
⁵⁵²Flaminus 1836. (2), 12.
⁵⁵³Flaminus 1836. (2), 10, 12.
⁵⁵⁴Flaminus 1836. (2), 10.
⁵⁵⁵Notizblatt 1833, 7.
⁵⁵⁶Flaminus 1836. (1), 5.
⁵⁵⁷Flaminus 1836. (1), 4.
⁵⁵⁸Durand 1806, V.
Durand 1831. Bd. 1., 4, 18, 26, 19, 34.
Heigelin 1828, 37, 58.

- Wedeke 1849, 90.
 Menzel 1845, 4.
 Breymann 1856, 44.
⁵⁵⁹Wedeke 1849, 90.
 Sax 1807, 67.
 Peschken 1799, 65.
 Baumgart 1953, 70-74.
 Posener 1983 (1), 35.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 140.
⁵⁶⁰Breymann 1856, 93.
⁵⁶¹Meinert 1796, 62.
⁵⁶²Ehrlich 1933, 22.
⁵⁶³Heigelin 1828, 62, 141, 143, 148.
⁵⁶⁴Moller Heft I. o. Jg., II.
⁵⁶⁵Moller 1844, 4.
⁵⁶⁶Moller Heft I. o. Jg., III.
⁵⁶⁷Goldmann 1699. Buch 1., 25.
 Patte (1769), 99.
 Helfenzrieder 1787, 131.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
 Wolfram 1818, 254.
 Goldfus 1794, 15.
 Hirt 1809, 112.
⁵⁶⁸Perrault 1757, 47.
⁵⁶⁹Belidor 1766, 1. T., 37.
⁵⁷⁰Meinert 1796, 419.
⁵⁷¹Lange 1779, 303.
 Riedel 1797 (1), 3.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 100.
 Sturm 1718 (1), 14.
 Succov 1751, 75.
 Suckow 1781, 104.
 Hirt 1809, 30.
 Durand 1831. Bd. 1., 26.
⁵⁷²Meinert 1796, 499, 500.
 Goldfus 1794, 15.
 Krünitz 1796, 73, 120, 134-144.
 Gilly 1787, 25.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 24.
 Linke 1850, 64.
⁵⁷³Meinert 1797, 20.
⁵⁷⁴Laugier 1758, 111.
 Belidor 1757. Buch 1., 40.
 Keferstein 1776, 170.
 Maillard 1817. Bd. 2., 301.
 Helfenzrieder 1787, 154.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 143.
 Milizia 1824. Bd. 3., 224.
 Rondelet 1834. Bd. 2., 25.
⁵⁷⁵Goldmann 1699. Buch 1., 11.
 Belidor 1757. Buch 1., 40.
 Keferstein 1776, 170.
 Krünitz 1802, 504.
 Rondelet 1834. Bd. 2., 25.
⁵⁷⁶BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 99.
 Triest 1809. Bd. 2., 386.
⁵⁷⁷Goldmann 1699. Buch 1., 11.
⁵⁷⁸Goldmann 1699. Buch 1., 11.
⁵⁷⁹Helfenzrieder 1787, 83.
 Krünitz 1796, 45.
 Krünitz 1802, 501.
 Meinert 1796, 406.
⁵⁸⁰Izzo 1773, 38.
 Krünitz 1802, 494.
⁵⁸¹Helfenzrieder 1787, 131.
⁵⁸²Helfenzrieder 1787, 131.
⁵⁸³Helfenzrieder 1787, 131.
⁵⁸⁴Milizia 1824. Bd. 3., 223.
 Meerwein 1802, 60, 61.
 Rondelet 1835, 67.
 Vitruvius 1548, CCCCLVIII.
⁵⁸⁵Helfenzrieder 1787, 132.
⁵⁸⁶Laugier 1758, 13.
⁵⁸⁷Milizia 1824. Bd. 3., 86.
⁵⁸⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 257.
⁵⁸⁹Berson 1804, 45.
⁵⁹⁰Meinert 1796, 391.
 Heigelin 1828, 44.
 Hirt 1809, 111.
⁵⁹¹Ziegler 1776, 6, 28.
 Huth 1790, 205.
 Helfenzrieder 1787, 85, 86.
 Suckow 1781, 49.
 Menzel 1847, 105.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 8.
 Rondelet 1834, 15, 294.
 Izzo 1773, 14, 15.
 Linke 1850, 45.
 Breymann 1856, 188, 191.
 Forster 1782, 18.
 Meinert 1796, 58, 59, 218, 219, 251.
 Heigelin 1828, 44.
 Rommerdt 1828, 79, 98.
 Wolfram 1818, 131.
 Wolfram 1838, 54, 55.
⁵⁹²Meinert 1796, 249.
⁵⁹³Heigelin 1828, 34.
⁵⁹⁴Laugier 1758, 103ffg.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 59.
 Heigelin 1828, 44.
⁵⁹⁵Peschken 1799, 79.
⁵⁹⁶Krünitz 1802, 762, 763.
 Hampel 1831, 5.
⁵⁹⁷Wolfram 1818, 258.
⁵⁹⁸Romberg 1837, 65.
 Buddensieg 1981, 50.
⁵⁹⁹Heigelin 1828, 131, 132, 141.
 Ritgen 1835, Vorwort.
 Hatzel 1849, 134, 135.
 Posener 1983 (2), 41, 52.
 Peschken 1968, 33.
 Peschken 1979, 58.
⁶⁰⁰Bandhauer 1836, 88.
⁶⁰¹Rondelet 1835, 130.
⁶⁰²Bandhauer 1836, 88.
⁶⁰³Heigelin 1828, 21.
⁶⁰⁴Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Meinert 1796, 404.
⁶⁰⁵Milizia 1824. Bd. 3., 90.
 J.G.M. 1760, 14.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Ziegler 1776, 9.
⁶⁰⁶Goldmann 1699. Buch 1., 65.
⁶⁰⁷Leopold 1759, 76.
 Architectura 1720, 4.
 Reinhold 1784, 405.
 Succov 1751, 58.
 Suckow 1781, 87.
 Schauptatz 1776, 1.
 Helfenzrieder 1787, 213, 214.
⁶⁰⁸Reinhold 1784, 405.
 Succov 1751, 58.
 Suckow 1781, 87.
 Izzo 1773, 27.
 Meinert 1796, 390.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
⁶⁰⁹Sandrart 1675. 1. T. 1. Buch, 18.
 Sandrart 1679, 9.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Meinert 1796, 390.
 Rondelet 1835, 92.
 Milizia 1824. Bd. 3., 86.
 Izzo 1773, 31.
 J.G.M. 1760, 23.
 Daviler 1699, 210.
 Triest 1809. Bd. 2., 367.
 Meinert 1796, 408.
⁶¹⁰Goldmann 1699. Buch 1., 65.
⁶¹¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 173.
⁶¹²Daviler 1699, 339.
⁶¹³Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
⁶¹⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 174.
⁶¹⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 174.
 Helfenzrieder 1787, 210.
 Meinert 1796, 379 ff.
 Büsch 1800, 90.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. Schreiben des königl. Preu. Ober-Bau-Departements vom 27. 08. 1795, 22.
 Meinert 1796, 396.
 Keferstein 1776, 167.
⁶¹⁶Müller 1846, 208.
⁶¹⁷Keferstein 1776, 167.
 Meinert 1796, 374.
⁶¹⁸Heigelin 1828, 25.
⁶¹⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 183.
 Meinert 1796, 377.
⁶²⁰Heigelin 1828, 25.
 Büsch 1800, 95.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 174.
 Meinert 1796, 377.
⁶²¹Meinert 1796, 378, 379.
 Lange 1779, 159.
⁶²²Leopold 1759, 79.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 174.
⁶²³Büsch 1800, 90.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 174.
⁶²⁴Meinert 1797, 68.
 Wolfram 1818, 166.
 Heigelin 1828, 25.
⁶²⁵Mitglieder 1798, 87.
⁶²⁶Romberg 1838, 12.
⁶²⁷Sturm 1745, 27.
 Keferstein 1776, 167.
⁶²⁸Keferstein 1776, 167.
 Meinert 1796, 374, 377.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. Schreiben des königl. Preu. Ober-Bau-Departements vom 27. 08. 1795, 22.
 Müller 1846, 208.
⁶²⁹J.G.M. 1760, 12.
 Angermann 1766, 192.
⁶³⁰Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
⁶³¹Accum 1826. Bd. 1., 29, 30.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 177.
⁶³²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 174.
 Accum 1826. Bd. 1., 31.
⁶³³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 177.
⁶³⁴Helfenzrieder 1787, 209.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. Schreiben des königl. Preu. Ober-Bau-Departements vom 27. 08. 1795, 22.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 174.
 Müller 1846, 209.
⁶³⁵Meinert 1796, 388.
 Romberg 1838, 12.
 Heigelin 1828, 22.
 Succov 1751, 57.
 Suckow 1781, 86.
 Keferstein 1776, 166.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 177.
⁶³⁶Müller 1846, 208, 221, 222.
 Navier 1851, 127.
⁶³⁷Helfenzrieder 1787, 211.
 Müller 1846, 214.
⁶³⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 183.

- ⁶³⁹Reinhold 1784, 404.
⁶⁴⁰Meinert 1796, 384,390.
 Milizia 1824. Bd. 3., 86.
 Heigelin 1828, 34.
 Izzo 1773, 27.
⁶⁴¹Izzo 1773, 27.
 Meinert 1796, 386-389.
 Wolfram 1818, 160.
 Heigelin 1828, 21.
 Voch 1780 (1), 3.
 Triest 1809. Bd. 2., 364.
 Rondelet 1835, 92.
⁶⁴²Helfenzrieder 1787, 213, 214.
 Izzo 1773, 27.
 Milizia 1824. Bd. 3., 85.
 Sachs 1825, 74.
 Triest 1809. Bd. 2., 374.
⁶⁴³Menzel 1847, 69.
⁶⁴⁴Meinert 1796, 385.
⁶⁴⁵Bode 1804, 62.
 Triest 1809. Bd. 2., 374.
⁶⁴⁶Wolfram 1818, 252.
 Menzel 1847, 69.
⁶⁴⁷Succov 1751, 59.
 Suckow 1781, 88.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Wolfram 1818, 159.
 Milizia 1824. Bd. 3., 88, 89.
 Romberg 1838, 12.
 Meinert 1796, 396.
 Müller 1846, 213.
 Menzel 1847, 69,70.
⁶⁴⁸Menzel 1847, 70.
⁶⁴⁹Behrens 1796, 196.
 Engel 1830, 24.
⁶⁵⁰Krünitz 1802, 375.
⁶⁵¹Krünitz 1796, 59.
⁶⁵²Meinert 1796, 393-395.
⁶⁵³Izzo 1773, 37.
⁶⁵⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178.
 Wolfram 1818, 166.
⁶⁵⁵Angermann 1766, 206.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178.
 Crelle 1841, 67.
⁶⁵⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178,180.
 Müller 1846, 221,222.
⁶⁵⁷Berson 1804, 51.
 Helfenzrieder 1787, 213.
 Bode 1804, 65.
 Heigelin 1828, 27.
 Meinert 1796, 396,397.
 Angermann 1766, 203.
 Keferstein 1776, 169.
 Goldmann 1699. Buch 1., 66.
⁶⁵⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178.
 Hirt 1809, 120.
 Succov 1751, 59.
 Suckow 1781, 89.
 J.G.M. 1760, 21.
 Meinert 1796, 402.
 Crelle 1841, 68.
 Triest 1809. Bd. 2., 374.
 Müller 1846, 213.
⁶⁵⁹Heigelin 1828, 26.
 Angermann 1766, 204.
 J.G.M. 1760, 21.
- ⁶⁶⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 200.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Meinert 1796, 203.
 Romberg 1838, 13.
 Rudolph 1829, 77.
 Succov 1751, 59.
 Suckow 1781, 89.
 Izzo 1773, 19.
 Helfenzrieder 1787, 213.
 Bode 1804, 65.
 Angermann 1766, 205.
 Wolfram 1818, 103.
⁶⁶¹Helfenzrieder 1787, 213.
 Bode 1804, 65.
⁶⁶²Meinert 1796, 401.
⁶⁶³Heigelin 1828, 26.
⁶⁶⁴Helfenzrieder 1787, 213.
 Bode 1804, 65.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178.
 Rudolph 1829, 77.
⁶⁶⁵Meinert 1796, 401.
 Hirt 1809, 120.
 Triest 1809. Bd. 2., 365.
 Wolfram 1818, 104-114.
⁶⁶⁶Leupold 1726, 50ff.
 Bleichrodt 1848, 126.
⁶⁶⁷Wolfram 1818, 104-110.
⁶⁶⁸Hirt 1809, 120.
 Wolfram 1818, 104-110.
⁶⁶⁹Menzel 1847, 84, 86.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178.
⁶⁷⁰Müller 1846, 218.
⁶⁷¹Daviler 1699, 339.
⁶⁷²Goldmann 1699. Buch 1., 66.
 Helfenzrieder 1787, 213.
 Bode 1804, 65.
⁶⁷³Vitruvius 1548, LXXXVII.
⁶⁷⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 185.
 Müller 1846, 218.
⁶⁷⁵Angermann 1766, 204.
⁶⁷⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 200.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Menzel 1847, 84, 86.
 Angermann 1766, 204.
 Müller 1846, 218,219.
⁶⁷⁷Müller 1846, 218,219.
⁶⁷⁸Meinert 1796, 396.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 185.
 Heigelin 1828, 26.
⁶⁷⁹Meinert 1796, 396.
 Keferstein 1776, 169.
⁶⁸⁰Daviler 1699, 340, 341.
⁶⁸¹Daviler 1699, 339.
 Hirt 1809, 119.
⁶⁸²Angermann 1766, 204.
⁶⁸³Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
⁶⁸⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 185.
 Müller 1846, 219.
⁶⁸⁵Daviler 1699, 339.
- Perrault 1757, 40, 41.
 Meinert 1796, 396.
⁶⁸⁶J.G.M. 1760, 13.
 Müller 1846, 220.
⁶⁸⁷Hirt 1809, 120.
⁶⁸⁸Goldmann 1699. Buch 1., 66.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178.
⁶⁸⁹Goldmann 1699. Buch 1., 66.
 Helfenzrieder 1787, 207.
⁶⁹⁰Wolfram 1818, 110-114.
⁶⁹¹Menzel 1847, 84, 86.
⁶⁹²Wolfram 1818, 110-114.
⁶⁹³Meinert 1796, 400.
⁶⁹⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 186.
⁶⁹⁵Izzo 1773, 34.
 Krünitz 1802, 732.
 Helfenzrieder 1787, 212.
 Leopold 1759, 76.
 Daviler 1699, 339.
 Leupold 1726, 50ff.
 Bleichrodt 1848, 126.
⁶⁹⁶J.G.M. 1760, 23.
⁶⁹⁷Helfenzrieder 1787, 212.
 J.G.M. 1760, 23.
 Angermann 1766, 207.
⁶⁹⁸Wolfram 1818, 90-97.
 Heigelin 1828, 26.
⁶⁹⁹Menzel 1847, 100.
⁷⁰⁰Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Romberg 1838, 13.
⁷⁰¹Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Meinert 1796, 396.
⁷⁰²J.G.M. 1760, 23.
⁷⁰³Meinert 1796, 401,402.
 J.G.M. 1760, 19.
 Heigelin 1828, 27.
 Angermann 1766, 207.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 178.
⁷⁰⁴Wolfram 1818, 90-97.
 Meinert 1796, 402.
 Müller 1846, 226.
⁷⁰⁵Müller 1846, 224.
⁷⁰⁶Meinert 1796, 402.
⁷⁰⁷Daviler 1699, 340, 341.
 Triest 1809. Bd. 2., 365.
⁷⁰⁸Sandart 1679. I. Teil, 9.
⁷⁰⁹Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Succov 1751, 61.
 Suckow 1781, 90.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 660.
 Meinert 1796, 421.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
 Wolfram 1838, 46.
⁷¹⁰Vitruvius 1548, CCCCLVII.
⁷¹¹Heigelin 1828, 29.
 Triest 1809. Bd. 2., 365.
⁷¹²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
 Heigelin 1828, 22,25.
- Wolfram 1818, 166.
 Rudolph 1829, 78,79.
 Menzel 1847, 68,70,142.
 Izzo 1773, 33.
 Meinert 1796, 392.
⁷¹³Vitruvius 1548, CCXLIII.
⁷¹⁴Heigelin 1828, 28.
⁷¹⁵Patte 1769, 188, Plan IV. Fig. 6.
 Hampel 1831, 7.
⁷¹⁶Rondelet 1835, 92,147.
 Wolfram 1818, 85.
 Menzel 1847, 212.
⁷¹⁷Wolfram 1818, 85.
⁷¹⁸Büsch 1800, 96.
 Wolfram 1818, 85.
 Rondelet 1835, 92.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
 Menzel 1847, 70, 142.
 Linke 1850, 85.
⁷¹⁹Gilly 1795, 66.
 Heigelin 1828, 28.
⁷²⁰Büsch 1800, 96.
 Milizia 1824. Bd. 3., 87, 88.
⁷²¹Helfenzrieder 1787, 213.
 Bode 1804, 65.
⁷²²Menzel 1847, 102,143.
 Rondelet 1835, 92.
 Linke 1850, 85.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
 Müller 1846, 233,234.
⁷²³Daviler 1699, 339.
⁷²⁴Goldmann 1699. Buch 1., 65.
⁷²⁵Stieglitz 1792. Bd. 2., 660.
 Meinert 1796, 421.
⁷²⁶Stieglitz 1792. Bd. 2., 660.
 Meinert 1796, 421.
 Bode 1804, 58.
⁷²⁷Succov 1751, 61.
 Suckow 1781, 90.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
 Triest 1809. Bd. 2., 365.
 Wolfram 1818, 166.
 Rondelet 1835, 294.
⁷²⁸Berson 1804, 52.
⁷²⁹Gilly 1800 (2), 138.
⁷³⁰Wolfram 1837, 149.
⁷³¹Wolfram 1837, 149.
⁷³²Wedek 1849, 55.
⁷³³Gilly 1804, 70,71.
⁷³⁴Menzel 1847, 100.
⁷³⁵Gilly 1804, 69.
⁷³⁶Menzel 1847, 100.
⁷³⁷Gilly 1804, 69.
⁷³⁸Wolfram 1818, 88, 89.
⁷³⁹Gilly 1804, 70,71.
⁷⁴⁰Gilly 1804, 70,71.
⁷⁴¹Gilly 1804, 75,76.
⁷⁴²Gilly 1798 (2), 126, 127.
 Gilly 1804, 64,70,71,73.
⁷⁴³Menzel 1847, 101.
⁷⁴⁴Gilly 1798 (2), 126, 127.
 Menzel 1847, 101.

4. MAUERN

Linke 1850, 85.
Wolfram 1837, 149.
Wolfram 1818, 90.
⁷⁴⁵Gilly 1804, 75,76.
⁷⁴⁶Menzel 1847, 101.
⁷⁴⁷Gilly 1798 (2), 126, 127.
⁷⁴⁸Wolfram 1837, 149.
Hoffmann 1842, 101.
⁷⁴⁹Gilly 1800 (2), 138.
Hirt 1809, 121.
Wolfram 1818, 85.
⁷⁵⁰Gilly 1800 (2), 138.
Gilly 1804, 65,66.
Gilly 1798 (2), 126, 127.
Hirt 1809, 121.
Wolfram 1818, 86, 87,88.
⁷⁵¹Gilly 1798 (2), 126, 127.
⁷⁵²Wolfram 1818, 85.
⁷⁵³Wolfram 1818, 85.
Hirt 1809, 121.
⁷⁵⁴Wolfram 1818, 85.
Gilly 1804, 67,68.
Hirt 1809, 121.
⁷⁵⁵Gilly 1804, 65,66,70,71.
Wolfram 1818, 85.
⁷⁵⁶Wolfram 1818, 88.
⁷⁵⁷Gilly 1804, 75,76.
⁷⁵⁸Gilly 1804, 75,76.
⁷⁵⁹Müller 1846, 237,238.
⁷⁶⁰Heigelin 1828, 27.
Menzel 1847, 100.
⁷⁶¹Menzel 1847, 101.
⁷⁶²Menzel 1847, 102.
⁷⁶³Müller 1846, 237,238.
⁷⁶⁴Müller 1846, 235,236.
⁷⁶⁵Hoffmann 1842, 101.
⁷⁶⁶Hoffmann 1842, 101.
⁷⁶⁷Hirt 1809, 120.
⁷⁶⁸J.G.M. 1760, 12, 13.
⁷⁶⁹Daviler 1699, 340.
⁷⁷⁰Belidor 1757. Buch 3., 53.
Izzo 1773, 29.
⁷⁷¹Goldfus 1794, 16.
⁷⁷²Milizia 1824. Bd. 3., 87.
⁷⁷³Felbiger 1783, 56.
⁷⁷⁴Triest 1809. Bd. 2., 365.
⁷⁷⁵Goldfus 1794, 19.
⁷⁷⁶Wedeke 1849, 38.
⁷⁷⁷Goldfus 1794, 19.
⁷⁷⁸Müller 1846, 234.
⁷⁷⁹Menzel 1847, 100.
⁷⁸⁰Menzel 1847, 100.
Müller 1846, 233.
⁷⁸¹Triest 1809. Bd. 2., 365.
Wolfram 1818, 88, 89.
⁷⁸²Gernrath 1825. Bd. 1., 45.
Linke 1850, 85.
⁷⁸³Patte 1769, 188, Plan IV.
Triest 1809. Bd. 2., 365.
Gernrath 1825. Bd. 1., 45.
Bode 1804, 64.
Linke 1850, 85.
⁷⁸⁴Daviler 1759, 356.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 660.

Meinert 1796, 421.
Wolfram 1818, 166.
⁷⁸⁵Daviler 1699, 340.
Gernrath 1825. Bd. 1., 45.
Büsch 1800, 96.
⁷⁸⁶Rudolph 1829, 79.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
Triest 1809. Bd. 2., 366.
⁷⁸⁷Bode 1804, 63,64.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 206.
Triest 1809. Bd. 2., 365.
Rudolph 1829, 78.
Wedeke 1849, 54.
Menzel 1847, 212.
Wolfram 1818, 166.
⁷⁸⁸Leopold 1759, 78.
Bode 1804, 64.
Heigelin 1828, 22.
Linke 1850, 86.
⁷⁸⁹Menzel 1847, 102.
⁷⁹⁰Flaminus 1836 (1), 4,5.
⁷⁹¹Flaminus 1836 (2), 9.
⁷⁹²Crelle 1841, 73.
⁷⁹³Müller 1846, 232.
⁷⁹⁴Müller 1846, 231.
Crelle 1841, 68.
⁷⁹⁵Müller 1846, 232.
⁷⁹⁶Müller 1846, 232.
⁷⁹⁷Müller 1846, 214,217,218.
Menzel 1847, 90, 91.
⁷⁹⁸Menzel 1847, 91.
⁷⁹⁹Menzel 1847, 92,93.
⁸⁰⁰Menzel 1847, 92,93.
Crelle 1841, 69,73.
⁸⁰¹Menzel 1847, 93,99,103.
Müller 1846, 213,214.
⁸⁰²Menzel 1847, 93.
⁸⁰³Izzo 1773, 33.
Braun 1830, 113.
⁸⁰⁴Braun 1830, 113.
Breymann 1856, 30.
⁸⁰⁵Förster 1838, 123.
⁸⁰⁶Förster 1838, 123.
⁸⁰⁷Menzel 1847, 93.
⁸⁰⁸Müller 1846, 230.
Wedeke 1849, 57.
⁸⁰⁹Braun 1830, 114, 115.
Reinhold 1841 (2), 145.
⁸¹⁰Müller 1846, 229.
Wedeke 1849, 57.
⁸¹¹Regel 1841, 16.
Elsner 1829, 240 ffg.
⁸¹²Menzel 1847, 95.
⁸¹³Regel 1841, 16.
⁸¹⁴Braun 1830, 112.
⁸¹⁵Crelle 1841, 68.
Menzel 1847, 93.
⁸¹⁶Reinhold 1841 (2), 144.
⁸¹⁷Zimmermann 1830, 7.
Wolfram 1837, 146.
⁸¹⁸Braun 1830, 112.
⁸¹⁹Braun 1830, 114, 115.
⁸²⁰Braun 1830, 112.
⁸²¹Menzel 1847, 94.
⁸²²Braun 1830, 113.
Müller 1846, 228.
⁸²³Goldmann 1699. Buch 1., 65,66.
⁸²⁴Gilly 1804, 71.
⁸²⁵Meinert 1796, 403.

⁸²⁶Belidor 1757. Buch 3., 60.
⁸²⁷Meinert 1796, 403.
Wolfram 1818, 71, 72.
⁸²⁸Belidor 1757. Buch 3., 60.
Heigelin 1828, 28,30.
⁸²⁹Gilly 1804, 72.
Heigelin 1828, 28.
⁸³⁰Gilly 1804, 72.
Heigelin 1828, 28.
⁸³¹Daviler 1699, 210.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 181.
⁸³²Daviler 1699, 210.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 181.
⁸³³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
⁸³⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
⁸³⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
⁸³⁶Wolfram 1818, 236.
Rondelet 1835, 92.
⁸³⁷Rudolph 1829, 77.
⁸³⁸Rudolph 1829, 77.
Meinert 1796, 384.
Wolfram 1838, 44.
⁸³⁹Romberg 1838, 13.
Linke 1850, 84.
⁸⁴⁰Hirt 1809, 145.
⁸⁴¹Goldmann 1699. Buch 1., 65.
Rommerdt 1828, 94.
⁸⁴²Helfenzrieder 1787, 208.
Romberg 1838, 11.
⁸⁴³Reinhold 1784, 404.
⁸⁴⁴Meinert 1796, 384,421.
Rommerdt 1828, 94.
⁸⁴⁵Sturm 1745, 25.
⁸⁴⁶Sturm 1745, 25.
⁸⁴⁷Lange 1779, 299,300.
Rommerdt 1828, 94.
Wolfram 1818, 129.
Wolfram 1838, 44.
⁸⁴⁸Rudolph 1829, 76.
Romberg 1838, 11.
Wolfram 1818, 162.
⁸⁴⁹Sturm 1745, 25.
Rudolph 1829, 3.
Rondelet 1835, 63.
⁸⁵⁰Helfenzrieder 1787, 154.
Mitglieder 1798, 86.
Wedeke 1849, 83.
⁸⁵¹J.G.M. 1760, 15.
Lange 1779, 164.
Wolfram 1838, 42.
Rudolph 1829, 80.
Milizia 1824. Bd. 3., 84.
⁸⁵²Izzo 1773, 58.
Rondelet 1835, 64-71,92.
⁸⁵³Meinert 1796, 390.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
⁸⁵⁴Mitglieder 1798, 86.
⁸⁵⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
⁸⁵⁶Wedeke 1849, 39.
⁸⁵⁷Rommerdt 1828, 124.
⁸⁵⁸Daviler 1699, 339.
J.G.M. 1760, 15.

Hirt 1809, 123.
⁸⁵⁹Daviler 1699, 209.
⁸⁶⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 201.
Rudolph 1829, 77.
Müller 1846, 210.
⁸⁶¹Krünitz 1802, 734.
⁸⁶²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 193.
Wedeke 1849, 39.
Mitglieder 1798, 86.
⁸⁶³Kefenstein 1776, 217.
Rommerdt 1828, 91.
Izzo 1773, 28.
Krünitz 1802, 734.
Meinert 1796, 420.
Engel 1830, 24,25.
⁸⁶⁴Linke 1850, 84.
⁸⁶⁵Triest 1809. Bd. 2., 364.
⁸⁶⁶Mitglieder 1798, 86.
Linke 1850, 84.
⁸⁶⁷Mitglieder 1798, 86.
Krünitz 1802, 735.
⁸⁶⁸Rommerdt 1828, 124.
⁸⁶⁹Gilly 1798 (2), 126, 127.
⁸⁷⁰Berson 1804, 49.
Accum 1826. Bd. 1., 175.
J.G.M. 1760, 16.
Helfenzrieder 1787, 221.
Wedeke 1849, 39.
⁸⁷¹Leopold 1759, 35.
⁸⁷²Helfenzrieder 1787, 220.
Meinert 1796, 396.
Sachs 1825, 75,76.
Holsche 1777, 20.
Engel 1830, 24.
Wedeke 1849, 39.
⁸⁷³Helfenzrieder 1787, 220.
Milizia 1824. Bd. 3., 12.
⁸⁷⁴Krünitz 1802, 733.
Triest 1809. Bd. 1., 11.
⁸⁷⁵Meinert 1796, 401.
Krünitz 1802, 734.
Beuth 1848, 3.
⁸⁷⁶Holsche 1777, 20.
Helfenzrieder 1787, 22.
⁸⁷⁷Accum 1826. Bd. 1., 175.
⁸⁷⁸Manger 1785, 82,86.
Behrens 1796, 196.
Sachs 1825, 75,76.
Milizia 1824. Bd. 3., 36.
⁸⁷⁹Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
Helfenzrieder 1787, 220.
⁸⁸⁰Meinert 1796, 401,420.
Rudolph 1829, 77.
⁸⁸¹Izzo 1773, 28.
Romberg 1838, 13.
⁸⁸²Goldmann 1699. Buch 1., 65.
Krünitz 1802, 732.
Hirt 1809, 121.
⁸⁸³Krünitz 1802, 732.
⁸⁸⁴Izzo 1773, 27.
⁸⁸⁵Bode 1804, 64.
Hirt 1809, 121.
Gernrath 1825. Bd. 1., 53.
⁸⁸⁶Meinert 1796, 384.
Krünitz 1802, 732.

- Milizia 1824. Bd. 3., 90.
⁸⁸⁷Behrens 1796, 196.
⁸⁸⁸Krünitz 1802, 733.
⁸⁸⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 180.
⁸⁹⁰Penther 1746-64. Bd. 2., 10
Izzo 1773, 28.
Meinert 1796, 420.
Rudolph 1829, 77.
Schmidt 1794, 5.
Rommerdt 1828, 91.
Menzel 1847, 88.
⁸⁹¹Rommerdt 1828, 122, 123.
⁸⁹²Wolfram 1818, 165.
Rudolph 1829, 77.
⁸⁹³Meinert 1796, 421.
⁸⁹⁴Izzo 1773, 29.
Romberg 1838, 13.
⁸⁹⁵Sturm 1745, 27.
⁸⁹⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 210.
Triest 1809. Bd. 2., 375.
Romberg 1838, 13.
Sachs 1831, 42.
⁸⁹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192.
⁸⁹⁸Hirt 1809, 125.
Wolfram 1838, 44.
⁸⁹⁹Bode 1804, 61.
Rommerdt 1828, 94.
⁹⁰⁰Hirt 1809, 125.
⁹⁰¹Hirt 1809, 125.
⁹⁰²Rommerdt 1828, 94.
⁹⁰³Wolfram 1838, 44.
⁹⁰⁴Rommerdt 1828, 94.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192.
⁹⁰⁵Gilly 1799 (1), 16.
⁹⁰⁶Goldmann 1699. Buch 4., 148.
⁹⁰⁷Schmidt 1794, 8.
⁹⁰⁸Meinert 1797, 403.
Wolfram 1818, 239.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
Romberg 1838, 13.
⁹⁰⁹Meinert 1797, 227.
⁹¹⁰Wolfram 1818, 236.
⁹¹¹Wedek 1849, 54.
Wolfram 1818, 336.
⁹¹²Bode 1804, 84.
⁹¹³Wolfram 1818, 336.
⁹¹⁴Bode 1804, 61.
⁹¹⁵Meinert 1797, 227.
⁹¹⁶Triest 1809. Bd. 2., 377, 378.
Bode 1804, 61.
Rudolph 1829, 81.
Wolfram 1818, 237, 243.
Menzel 1847, 143.
⁹¹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 274 (296).
Bode 1804, 61.
⁹¹⁸Mitglieder 1798, 85, 86.
Schmidt 1794, 9.
⁹¹⁹Schmidt 1794, 9.
Berson 1804, 50.
Wolfram 1818, 237.
⁹²⁰Berson 1804, 50.
⁹²¹Huth 1787, 17.
⁹²²Hirt 1809, 125.
Wiebeking 1826, 259.
- ⁹²³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192.
Bode 1804, 61.
⁹²⁴Wolfram 1818, 238.
⁹²⁵Wolfram 1818, 238.
⁹²⁶Eytelwein 1808. Bd. 1., 102, 201.
⁹²⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192.
⁹²⁸Wolfram 1818, 236, 238.
Triest 1809. Bd. 1., 143.
⁹²⁹Sachs 1831, 24.
⁹³⁰Mitglieder 1798, 86.
Heigelin 1828, 35, 36, 49.
⁹³¹Gilly 1799 (1), 16.
Wolfram 1818, 240, 326.
Triest 1809. Bd. 2., 377.
⁹³²Triest 1809. Bd. 2., 380.
⁹³³Triest 1809. Bd. 2., 380.
⁹³⁴Wolfram 1818, 241.
Menzel 1847, 140, 142.
Krünitz 1796, 115.
⁹³⁵Wolfram 1838, 44, 45.
⁹³⁶Krünitz 1796, 115.
⁹³⁷Steiner 1803, 34.
Hecker 1797, 181.
⁹³⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
Wolfram 1818, 239.
Romberg 1838, 13.
⁹³⁹Wolfram 1818, 243.
⁹⁴⁰Meinert 1796, 436, 446.
Gilly 1790, 8.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 23.
Gilly 1787, 34.
Menzel 1847, 115.
Rudolph 1829, 54, 81.
Catel 1808, 14, 25.
Krünitz 1796, 56, 59, 115.
Steiner 1803, 1.
Lange 1779, 159, 298.
Triest 1809. Bd. 1., 81, 87.
Triest 1809. Bd. 2., 388.
Goldfus 1794, 31.
Stieglitz 1792. Bd. 3., 645.
Hecker 1797, 180.
Gernrath 1825. Bd. 1., 66.
Hirt 1809, 145.
Linke 1850, 84.
Wolfram 1818, 240.
Riedel 1803, 4.
Berson 1804, 21, 50.
⁹⁴¹Steiner 1803, 33.
⁹⁴²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192.
Triest 1809. Bd. 2., 377.
Rudolph 1829, 81.
Wedek 1849, 39.
⁹⁴³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192.
Triest 1809. Bd. 2., 377.
Rudolph 1829, 81.
Wedek 1849, 39.
⁹⁴⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 192.
Triest 1809. Bd. 1., 29.
⁹⁴⁵Wedek 1849, 39.
⁹⁴⁶Triest 1809. Bd. 1., 143.
- ⁹⁴⁷Triest 1809. Bd. 1., 132.
⁹⁴⁸Mielke 1972, 159.
⁹⁴⁹Hampel 1834 (1), 133.
⁹⁵⁰Hampel 1834 (1), 133.
⁹⁵¹Wedek 1849, 39, 40.
⁹⁵²Triest 1809. Bd. 1., 11.
⁹⁵³Wolfram 1818, 240.
⁹⁵⁴Wolfram 1818, 240.
Linke 1850, 86.
⁹⁵⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 193.
⁹⁵⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
Wolfram 1818, 248.
Rudolph 1829, 81.
Krünitz 1802, 735.
⁹⁵⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 274 (296).
Wolfram 1818, 237.
⁹⁵⁸Krünitz 1796, 115.
⁹⁵⁹Krünitz 1796, 115.
⁹⁶⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 191.
⁹⁶¹Mitglieder 1798, 85.
Wolfram 1818, 238.
Krünitz 1796, 115.
Gilly 1787, 34.
Lange 1779, 299, 300.
⁹⁶²Wolfram 1818, 234.
⁹⁶³Gernrath 1825. Bd. 1., 58, 59.
⁹⁶⁴Wolfram 1818, 129.
⁹⁶⁵Wolfram 1838, 45, 46.
⁹⁶⁶Reinhold 1784, 216.
⁹⁶⁷Reinhold 1784, 216.
⁹⁶⁸Reinhold 1784, 216.
⁹⁶⁹Voch 1780 (1), 4.
⁹⁷⁰Schauplatz 1776, 1.
Krünitz 1802, 494.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 405.
⁹⁷¹Sturm 1745, 4.
⁹⁷²Krünitz 1802, 494.
⁹⁷³Bode 1804, 80, 81.
⁹⁷⁴Krünitz 1802, 494.
⁹⁷⁵Schauplatz 1776, 1.
⁹⁷⁶Izzo 1773, 38.
Rudolph 1829, 76.
Romberg 1838, 11.
Menzel 1845, 42.
⁹⁷⁷Romberg 1838, 11.
⁹⁷⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
Wolfram 1818, 129.
Bode 1804, 74.
Menzel 1845, 42.
⁹⁷⁹Wolfram 1818, 235.
⁹⁸⁰Rudolph 1829, 76.
Romberg 1838, 11.
⁹⁸¹Hirt 1809, 139.
Wolfram 1818, 235.
Friederici 1799, 100.
⁹⁸²Wolfram 1838, 42.
⁹⁸³Bode 1804, 74.
Hirt 1809, 139.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
Wolfram 1818, 235.
Triest 1809. Bd. 2., 376.
Wolfram 1838, 42.
⁹⁸⁴Wolfram 1818, 235.
⁹⁸⁵Hirt 1809, 139.
Wolfram 1818, 235.
- Friederici 1799, 100.
Rudolph 1829, 76.
⁹⁸⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
⁹⁸⁶Wolfram 1818, 235.
Friederici 1799, 100.
Bode 1804, 74.
Triest 1809. Bd. 2., 376.
Hirt 1809, 139.
⁹⁸⁷Wolfram 1838, 42.
⁹⁸⁸Gilly 1799 (1), 19.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 240.
Schmidt 1794, 5.
⁹⁸⁹Schmidt 1794, 5.
⁹⁹⁰Neumann 1935, 88.
⁹⁹¹Krünitz 1802, 729.
⁹⁹²Huth 1787, 44.
Kuhn 1915, 571.
⁹⁹³Triest 1809. Bd. 2., 388.
⁹⁹⁴Mitglieder 1798, 84.
Rudolph 1829, 81.
⁹⁹⁵Berson 1804, 21.
⁹⁹⁶Schmidt 1790. Bd. 1., 52, 53.
Krünitz 1802, 740.
Linke 1850, 80.
⁹⁹⁷Schmidt 1790. Bd. 1., 52, 53.
Mitglieder 1798, 84.
Triest 1809. Bd. 2., 388.
Rudolph 1829, 81.
Breymann 1856, 195.
⁹⁹⁸Schmidt 1790. Bd. 1., 52, 53.
⁹⁹⁹Angermann 1766, 328.
Bode 1804, 80, 81.
¹⁰⁰⁰Meinert 1797, 231.
¹⁰⁰¹Meinert 1797, 231.
¹⁰⁰²Meinert 1797, 231.
¹⁰⁰³Wolfram 1818, 336.
¹⁰⁰⁴Goldmann 1699. Buch 1., 69.
Suckow 1781, 24.
J.G.M. 1760, 37.
Voch 1780 (1), 9.
Meinert 1797, 230, 231.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 249.
¹⁰⁰⁵Meinert 1797, 257.
¹⁰⁰⁶Schmidt 1794, 19.
¹⁰⁰⁷Meinert 1797, 259.
¹⁰⁰⁸Wolfram 1818, 333.
¹⁰⁰⁹Schmidt 1790, 11.
¹⁰¹⁰Krünitz 1802, 752.
¹⁰¹¹Wolfram 1818, 335.
¹⁰¹²Rudolph 1829, 145.
¹⁰¹³Bode 1804, 80, 81.
¹⁰¹⁴Goldmann 1699. Buch 1., 70.
¹⁰¹⁵Meinert 1797, 230, 231.
¹⁰¹⁶Schubler 1732, 25.
¹⁰¹⁷Schubler 1735, 41.
¹⁰¹⁸Sturm 1745, 5.
¹⁰¹⁹Goldmann 1699. Buch 1., 69.
¹⁰²⁰Goldmann 1699. Buch 1., 70.
Daviler 1699, 140.
¹⁰²¹Laugier 1758, 40, 41.
¹⁰²²Angermann 1766, 153.
¹⁰²³Wittig 1830, 205.

4. MAUERN

- ¹⁰²⁴Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92, 93.
¹⁰²⁵Bode 1804, 80, 81.
¹⁰²⁶Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92, 93.
Keferstein 1776, 136.
Steiner 1803, 15.
¹⁰²⁷Beuth 1848, 2.
¹⁰²⁸Meinert 1797, 229.
¹⁰²⁹Meinert 1797, 230, 231.
¹⁰³⁰Bode 1804, 84, 85.
¹⁰³¹Meinert 1797, 19.
¹⁰³²Laugier 1758, 11, 12, 16, 17, 40. Vorbericht zur zweiten Auflage.
Hirt 1809, 173.
¹⁰³³Romberg 1848, 9.
¹⁰³⁴Wolfram 1818, 333, 334.
Romberg 1848, 13, 14.
Hampel 1831, 5.
¹⁰³⁵Bode 1804, 82.
¹⁰³⁶Meinert 1797, 228.
¹⁰³⁷Krünitz 1802, 751.
¹⁰³⁸Breymann 1856, 104.
¹⁰³⁹Wolfram 1818, 336.
¹⁰⁴⁰Wolfram 1818, 336.
¹⁰⁴¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 255.
¹⁰⁴²Wolfram 1818, 330.
¹⁰⁴³Meinert 1797, 257.
¹⁰⁴⁴Bode 1804, 84.
Meinert 1797, 258.
Rudolph 1829, 145.
¹⁰⁴⁵Wolfram 1818, 331.
¹⁰⁴⁶Meinert 1797, 257.
¹⁰⁴⁷Meinert 1797, 258.
¹⁰⁴⁸Meinert 1797, 258.
¹⁰⁴⁹Meinert 1797, 257.
¹⁰⁵⁰Rudolph 1829, 146.
¹⁰⁵¹Meinert 1797, 259.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 254.
¹⁰⁵²Wolfram 1818, 336.
¹⁰⁵³Meinert 1797, 258.
¹⁰⁵⁴Wolfram 1818, 331.
¹⁰⁵⁵Meinert 1797, 258.
¹⁰⁵⁶Meinert 1797, 258.
¹⁰⁵⁷Rudolph 1829, 146.
¹⁰⁵⁸Sandart 1679. Teil 1., 4.
Milizia 1824. Bd. 3., 15.
¹⁰⁵⁹Succov 1751, 62.
Suckow 1781, 91.
¹⁰⁶⁰Sturm 1745, 28.
Goldmann 1699. Buch 1., 70.
¹⁰⁶¹Succov 1751, 62.
Suckow 1781, 91.
¹⁰⁶²Heigelin 1828, 59.
¹⁰⁶³Heigelin 1828, 59.
¹⁰⁶⁴Steiner 1803, 13.
Rommerdt 1828, 91.
¹⁰⁶⁵Steiner 1803, 13.
Bode 1804, 80.
¹⁰⁶⁶Bode 1804, 80.
Heigelin 1828, 59.
¹⁰⁶⁷Rosenthal 1830, 294.
¹⁰⁶⁸Voit 1831, 346.
¹⁰⁶⁹Bode 1804, 80.
Sachs 1831, 59.
¹⁰⁷⁰Wolfram 1818, 339.
- ¹⁰⁷¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 254.
¹⁰⁷²Böthcke 1795, 11.
¹⁰⁷³Goldmann 1699. Buch 3., 114.
Angermann 1766, 153.
Izzo 1773, 43.
Schmidt 1794, 29.
Meinert 1796, 426.
Meinert 1797, 20.
Mitglieder 1798, 83, 88.
Gilly 1799 (1), 25.
Bode 1804, 80.
Berson 1804, 61.
Wolfram 1818, 338.
Rudolph 1829, 141, 144.
Voit 1831, 346.
Linke 1850, 66, 75.
¹⁰⁷⁴Goldmann 1699. Buch 1., 70.
¹⁰⁷⁵Voit 1831, 346.
¹⁰⁷⁶Vitruvius 1548, CCCCLVII.
¹⁰⁷⁷Breymann 1856, 99.
¹⁰⁷⁸Sachs 1825, 171.
¹⁰⁷⁹Breymann 1856, 60.
¹⁰⁸⁰Vitruvius 1548, CCCCLVII.
Sturm 1699, 30.
¹⁰⁸¹Meinert 1797, 20.
Gernrath 1825. Bd. 1., 132.
Linke 1850, 76, 77.
¹⁰⁸²Bode 1804, 79.
¹⁰⁸³Meinert 1796, 426.
¹⁰⁸⁴Schinkel 1835, 6.
¹⁰⁸⁵Succov 1751, 62.
Suckow 1781, 91.
¹⁰⁸⁶Menzel 1847, 224.
¹⁰⁸⁷Suckow 1781, 91.
¹⁰⁸⁸Wolfram 1839, 50.
¹⁰⁸⁹Menzel 1835, 302.
¹⁰⁹⁰Menzel 1835, 302.
¹⁰⁹¹Goldmann 1699. Buch 3., 114, 115.
¹⁰⁹²Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
Meinert 1796, 426.
Krünitz 1796, 117.
Bode 1804, 79.
Wolfram 1818, 332.
¹⁰⁹³Bode 1804, 79.
Wolfram 1818, 337.
Rudolph 1829, 140.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 254.
Linke 1850, 75, 76.
¹⁰⁹⁴Rudolph 1829, 141.
¹⁰⁹⁵Meinert 1796, 426.
¹⁰⁹⁶Bode 1804, 78.
¹⁰⁹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 254.
¹⁰⁹⁸Berson 1804, 58.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 254.
¹⁰⁹⁹Linke 1850, 75.
Breymann 1856, 102.
¹¹⁰⁰Wolfram 1839, 49.
¹¹⁰¹Bode 1804, 80.
¹¹⁰²Krünitz 1802, 754.
¹¹⁰³Schmidt 1794, 28.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 253.
Krünitz 1802, 755.
- Bode 1804, 79.
¹¹⁰⁴Rudolph 1829, 144.
Wittig 1830, 207.
¹¹⁰⁵Voit 1831, 347.
¹¹⁰⁶Krünitz 1802, 754.
¹¹⁰⁷Daviler 1759, 243.
¹¹⁰⁸Daviler 1759, 243.
¹¹⁰⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 249.
¹¹¹⁰Wolfram 1818, 340, 341.
¹¹¹¹Rudolph 1829, 143.
¹¹¹²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 250.
¹¹¹³Berson 1804, 58.
¹¹¹⁴Newyahn 1837 (2), 221.
Bode 1804, 78.
Berson 1804, 57.
Wolfram 1818, 340, 341.
Hampel 1831, 5, 6.
Durand 1831. Bd. 1., 27.
Schinkel 1835, 5.
¹¹¹⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 250.
Wittig 1830, 205.
Wolfram 1818, 340, 341.
¹¹¹⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 251.
¹¹¹⁷Rudolph 1829, 145.
¹¹¹⁸Berson 1804, 57.
Rudolph 1829, 145.
Wittig 1830, 205.
¹¹¹⁹Breymann 1856, 102.
¹¹²⁰Newyahn 1837 (2), 221.
¹¹²¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 251.
¹¹²²Sax 1807, 38.
Breymann 1856, 60.
¹¹²³Wolfram 1818, 340, 341.
Rudolph 1829, 143.
¹¹²⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 252.
Bode 1804, 85.
¹¹²⁵Krünitz 1802, 751.
¹¹²⁶Wittig 1830, 206.
¹¹²⁷Heigelin 1828, 58.
¹¹²⁸Wittig 1830, 206, 208, 209.
Peschken 1968, 37.
¹¹²⁹Berson 1804, 60.
¹¹³⁰Berson 1804, 61.
¹¹³¹Mitglieder 1798, 83.
¹¹³²Mitglieder 1798, 83.
¹¹³³Berson 1804, 48.
Rudolph 1829, 146, 147.
¹¹³⁴Mitglieder 1798, 83.
Berson 1804, 61.
¹¹³⁵Mitglieder 1798, 84.
¹¹³⁶Bode 1804, 85.
¹¹³⁷Berson 1804, 61.
¹¹³⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 254.
¹¹³⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 255.
¹¹⁴⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 256.
Wolfram 1818, 342, 343.
¹¹⁴¹Berson 1804, 60.
¹¹⁴²Schinkel 1835, 5.
¹¹⁴³Wolfram 1839, 18, 19.
¹¹⁴⁴Heigelin 1828, 60, 61.
- Linke 1850, 73.
¹¹⁴⁵Sachs 1831, 49.
Voit 1831, 347-349.
Wolfram 1839, 49.
Schinkel 1835, 5.
Romberg 1838, 25.
¹¹⁴⁶Linke 1850, 74.
¹¹⁴⁷Breymann 1856, 62, 63.
¹¹⁴⁸Newyahn 1837 (2), 221.
¹¹⁴⁹Sachs 1831, 48.
¹¹⁵⁰Rudolph 1829, 143.
¹¹⁵¹Sachs 1831, 48.
Linke 1850, 73.
¹¹⁵²Newyahn 1837 (2), 222.
¹¹⁵³Wolfram 1839, 48.
¹¹⁵⁴Breymann 1856, 62, 63.
¹¹⁵⁵Breymann 1856, 62, 63.
¹¹⁵⁶Romberg 1837, 62.
¹¹⁵⁷Romberg 1837, 62.
¹¹⁵⁸Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
¹¹⁵⁹Meinert 1796, 426.
¹¹⁶⁰Wolfram 1818, 332.
¹¹⁶¹Rudolph 1829, 140.
¹¹⁶²Meinert 1796, 426.
¹¹⁶³Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
Berson 1804, 58.
Bode 1804, 78.
Breymann 1856, 98.
¹¹⁶⁴Succov 1751, 62.
Suckow 1781, 92.
Wolfram 1818, 337.
¹¹⁶⁵Succov 1751, 19.
Suckow 1781, 25.
¹¹⁶⁶Wolfram 1818, 335.
Rudolph 1829, 145.
¹¹⁶⁷Wolfram 1818, 336.
¹¹⁶⁸Bode 1804, 78.
¹¹⁶⁹Breymann 1856, 101.
¹¹⁷⁰Goldmann 1699. Buch 3., 115.
¹¹⁷¹Wolfram 1818, 332.
¹¹⁷²Goldmann 1699. Buch 3., 115.
¹¹⁷³Rudolph 1829, 140, 141.
Breymann 1856, 97, 101.
¹¹⁷⁴Berson 1804, 58.
Bode 1804, 80.
Rudolph 1829, 141.
Wolfram 1818, 340.
Breymann 1856, 101.
¹¹⁷⁵Schmidt 1794, 29.
Wolfram 1818, 338.
Meinert 1796, 426.
Heigelin 1828, 58.
Rudolph 1829, 140, 141.
¹¹⁷⁶Meinert 1796, 426.
Breymann 1856, 98.
¹¹⁷⁷Breymann 1856, 98.
¹¹⁷⁸Succov 1751, 63.
Suckow 1781, 92.
¹¹⁷⁹Huth 1787, 16.
¹¹⁸⁰Schmidt 1794, 7.
Berson 1804, 68.
Linke 1850, 162.
¹¹⁸¹Gilly 1799 (1), 35.
¹¹⁸²Heigelin 1828, 53.

- ¹¹⁸³Mitglieder 1798, 93.
Heigelin 1828, 48.
¹¹⁸⁴Helfenzrieder 1787, 83.
Schmidt 1794, 17.
Rommerdt 1828, 171.
¹¹⁸⁵Wolfram 1818, 259.
¹¹⁸⁶Schmidt 1794, 7.
Menzel 1829 (1), 119.
¹¹⁸⁷Angermann 1766, 240.
¹¹⁸⁸Angermann 1766, 240.
Schmidt 1794, 17, 18.
¹¹⁸⁹Linke 1850, 162.
Rommerdt 1828, 171.
¹¹⁹⁰Schmidt 1794, 17.
¹¹⁹¹Angermann 1766, 240.
¹¹⁹²Goldmann 1699. Buch 1., 68.
Daviler 1699, 338.
Keferstein 1776, 216.
Gernrath 1825. Bd. 1., 56.
¹¹⁹³Daviler 1699, 338.
Peschken 1799, 47.
¹¹⁹⁴Daviler 1699, 338, 339.
Schmidt 1794, 17.
Angermann 1766, 240.
¹¹⁹⁵Penther 1746-64. T. 2., 10.
¹¹⁹⁶Schmidt 1794, 17.
¹¹⁹⁷Schmidt 1794, 17.
Accum 1826. Bd. 1., 148.
¹¹⁹⁸Keferstein 1776, 218.
¹¹⁹⁹Menzel 1829 (1), 119.
¹²⁰⁰Izzo 1773, 43.
Schmidt 1794, 18.
Gilly 1799 (1), 35, 36.
Accum 1826. Bd. 1., 148.
Rommerdt 1828, 171.
Menzel 1847, 16.
Linke 1850, 163.
Menzel 1829 (1), 119.
¹²⁰¹Krunitz 1802, 520.
¹²⁰²Menzel 1829 (1), 119.
¹²⁰³Schmidt 1794, 17.
¹²⁰⁴Accum 1826. Bd. 1., 148.
¹²⁰⁵Wolfram 1818, 259.
Menzel 1829 (1), 121.
¹²⁰⁶Accum 1826. Bd. 1., 189.
Gilly 1800 (1). Bd. 2., 249.
Linke 1850, 163.
¹²⁰⁷BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 97, 98.
¹²⁰⁸Heigelin 1828, 48.
Linke 1850, 163.
Peschken 1799, 47.
¹²⁰⁹Triest 1809. Bd. 2., 376.
¹²¹⁰Mitglieder 1798, 90.
¹²¹¹Friederici 1799, 100.
¹²¹²Mitglieder 1798, 85.
Berson 1804, 49.
Gilly 1799 (1), 24.
¹²¹³Berson 1804, 21, 49.
¹²¹⁴Rudolph 1829, 84.
¹²¹⁵Linke 1850, 81.
¹²¹⁶Berson 1804, 71.
¹²¹⁷Keferstein 1776, 220.
Rödlich 1826, 8.
Rondelet 1833, 143, 144.
Manger 1785, 83.
Gilly 1790, 12.
Gilly 1799 (2), 113.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 23.
Sachs 1825, 213.
Landgrebe 1846, 200.
¹²¹⁸Sturm 1745, 28.
¹²¹⁹Meinert 1797, 403, 404.
Triest 1809. Bd. 2., 395.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 247.
¹²²⁰Gilly 1790, 9, 10.
Gilly 1787, 24.
¹²²¹Faerber 1920, 177.
¹²²²Wedeke 1842, 155, 157.
¹²²³Simon 1804, 78.
¹²²⁴Engel 1849, 19.
Engel 1847, 13.
¹²²⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
¹²²⁶Helfenzrieder 1787, 83, 84.
¹²²⁷Krunitz 1796, 120.
¹²²⁸Gilly 1799 (1), 25.
¹²²⁹Triest 1809. Bd. 2., 395.
¹²³⁰Triest 1809. Bd. 2., 395.
¹²³¹Schmidt 1794, 9.
Bode 1804, 75.
Triest 1809. Bd. 2., 396.
¹²³²Krunitz 1796, 119.
¹²³³Krunitz 1796, 120.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 247.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 98.
¹²³⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 247.
¹²³⁵BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 98.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 247.
Rudolph 1829, 85.
¹²³⁶Sachs 1831, 50.
¹²³⁷Goldfus 1794, 23.
¹²³⁸Goldfus 1794, 24.
¹²³⁹Triest 1809. Bd. 2., 395.
¹²⁴⁰Krunitz 1796, 120.
Hecker 1797, 180.
Stieglitz 1794. Bd. 2., 457.
Stieglitz 1794. Bd. 2., 457.
¹²⁴¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 246.
¹²⁴²Krubsacius 1786, 16, 17, 19.
¹²⁴³Meinert 1796, 338.
¹²⁴⁴Sandart 1675. I. T. 1. Buch, 18.
Goldmann 1699. Buch 1., 24.
Angermann 1766, 135.
Meinert 1796, 450.
¹²⁴⁶Rondelet 1834, 302, 303.
¹²⁴⁷Rondelet 1834, 308.
¹²⁴⁸Redelykheid 1788, 9.
Breymann 1856, 30.
¹²⁴⁹Meinert 1797, 291.
Wolfram 1818, 346, 347.
Wedeke 1849, 190.
¹²⁵⁰Rudolph 1829, 149.
¹²⁵¹Wolfram 1818, 346, 347.
¹²⁵²Rudolph 1829, 149.
¹²⁵³Wolfram 1818, 142.
¹²⁵⁴Krunitz 1802, 501, 502.
¹²⁵⁵Krunitz 1802, 501, 502.
¹²⁵⁶Krunitz 1802, 501, 502.
¹²⁵⁷Meinert 1796, 137.
Gernrath 1825. Bd. 1., 74-76.
Rudolph 1829, 149.
¹²⁵⁸Meinert 1796, 137.
¹²⁵⁹Meinert 1797, 293.
Rudolph 1829, 149.
Triest 1809. Bd. 1., 151.
¹²⁶⁰Gernrath 1825. Bd. 1., 74-76.
¹²⁶¹Meinert 1797, 293.
¹²⁶²Meinert 1797, 293.
¹²⁶³Manger 1785, 42.
Meinert 1796, 138.
Mitglieder 1798, 84.
¹²⁶⁴Daviler 1699, 337.
¹²⁶⁵Wolfram 1818, 348.
¹²⁶⁶Wolfram 1818, 350.
¹²⁶⁷Wolfram 1818, 348.
Rudolph 1829, 151.
¹²⁶⁸Wedeke 1849, 189.
¹²⁶⁹Wolfram 1818, 348.
Gernrath 1825. Bd. 1., 74-76.
Rudolph 1829, 151.
¹²⁷⁰Daviler 1699, 337.
Meinert 1797, 403.
Triest 1809. Bd. 1., 151.
¹²⁷¹Wolfram 1818, 349.
¹²⁷²Helfenzrieder 1787, 28.
Krunitz 1802, 714.
Triest 1809. Bd. 1., 130.
Wolfram 1818, 348.
Rudolph 1829, 151.
Romberg 1838, 16.
¹²⁷³Triest 1809. Bd. 1., 151 ff.
Rudolph 1829, 151.
¹²⁷⁴Manger 1785, 42.
Meinert 1796, 138.
¹²⁷⁵Triest 1809. Bd. 1., 151 ff.
¹²⁷⁶Krunitz 1802, 761.
Wolfram 1818, 349.
¹²⁷⁷Wolfram 1818, 349.
¹²⁷⁸Rudolph 1829, 151.
Romberg 1838, 16.
¹²⁷⁹Wolfram 1818, 348.
Wedeke 1849, 188.
¹²⁸⁰Romberg 1838, 16.
¹²⁸¹Romberg 1838, 16.
¹²⁸²Daviler 1699, 337.
¹²⁸³Wolfram 1818, 350.
¹²⁸⁴Wolfram 1818, 349.
¹²⁸⁵Wolfram 1839, 46.
¹²⁸⁶Romberg 1838, 16.
Wolfram 1818, 348, 349.
¹²⁸⁷Angermann 1766, 136.
¹²⁸⁸Wolfram 1818, 348.
Rudolph 1829, 151.
¹²⁸⁹Gilly 1799 (1), 26.
¹²⁹⁰Wolfram 1818, 348.
Rudolph 1829, 151.
¹²⁹¹Gilly 1787, 27.
Gilly 1790, 8.
Hirt 1809, 145.
Sax 1807, 18.
Wolfram 1833 (2), 8.
Goldmann 1699. Buch 1., 67.
Accum 1826. Bd. 2., 75.
Menzel 1847, 116.
¹²⁹²Meinert 1796, 437.
¹²⁹³Gernrath 1825. Bd. 1., 74-76.
¹²⁹⁴Manger 1785, 42.
Meinert 1796, 138.
Meinert 1797, 293.
¹²⁹⁵Breymann 1856, 195.
¹²⁹⁶Krunitz 1802, 764, 765.
¹²⁹⁷Lange 1779, 165.
Stieglitz 1792. Bd. 3., 649.
¹²⁹⁸Schmidt 1794, 18.
¹²⁹⁹Heigelin 1828, 53.
¹³⁰⁰Mitglieder 1798, 93.
¹³⁰¹Gilly 1790, 9.
Krunitz 1796, 68.
¹³⁰²Linke 1850, 163.
¹³⁰³Bleichrodt 1830. Bd. 1., 467.
¹³⁰⁴Newyahn 1837 (1), 10, 11.
¹³⁰⁵Belidor 1757. Buch 4., 94.
¹³⁰⁶Newyahn 1837 (1), 11.
Menzel 1829, 119.
Menzel 1844 (2), 149.
¹³⁰⁷Menzel 1829 (1), 122.
¹³⁰⁸Helfft 1836, 371.
¹³⁰⁹Menzel 1829 (1), 119-120.
Wittig 1830, 218.
¹³¹⁰Menzel 1829 (1), 121.
Hampel 1831, 14.
Breymann 1856, 108.
¹³¹¹Menzel 1829 (2), 309.
¹³¹²Newyahn 1837 (1), 11.
Menzel 1844 (2), 183.
¹³¹³Mitglieder 1798, 87.
¹³¹⁴Mitglieder 1798, 87.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 97.
¹³¹⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
¹³¹⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
¹³¹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
¹³¹⁸Triest 1809. Bd. 2., 385.
¹³¹⁹Romberg 1838, 15.
¹³²⁰Durand 1831. Bd. 1., 26.
Romberg 1838, 15.
¹³²¹Breymann 1856, 197.

¹³²²Keferstein 1776, 202.
¹³²³Krünitz 1802, 732.
¹³²⁴Penther 1746-64. Bd. 2., 10.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 210.
 Krünitz 1802, 732.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 52.
¹³²⁵Triest 1809. Bd. 2., 365.
¹³²⁶Wolfram 1818, 160, 252.
¹³²⁷Rommerdt 1828, 172.
¹³²⁸Triest 1809. Bd. 2., 396.
 Wolfram 1818, 159.
 Linke 1850, 80.
¹³²⁹Wolfram 1818, 257.
 Wolfram 1838, 55.
¹³³⁰Breymann 1856, 196.
¹³³¹Wolfram 1818, 257.
¹³³²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
¹³³³Succov 1751, 147.
 Suckow 1781, 178.
¹³³⁴J.G.M. 1760, 42.
¹³³⁵Penther 1746-64. Bd. 2., 2, 3.
¹³³⁶J.G.M. 1760, 41, 42.
¹³³⁷Bode 1804, 83, 84.
¹³³⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 256, 257.
¹³³⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 256.
 Bode 1804, 83, 84.
 Wolfram 1818, 344.
 Rudolph 1829, 144.
¹³⁴⁰Steiner 1803, 16.
¹³⁴¹Rudolph 1829, 144.
¹³⁴²Wolfram 1818, 344.
 Rudolph 1829, 144.
¹³⁴³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 256, 257.
¹³⁴⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 257.
¹³⁴⁵Romberg 1841 (2), 205.
¹³⁴⁶Keferstein 1776, 219.
 Gilly 1799 (1), 19, 20.
 Friederici 1799, 99, 100.
 Triest 1809. Bd. 1., 81.
 Riedel 1803, 4.
 Rommerdt 1828, 40.
¹³⁴⁷Accum 1826. Bd. 2., 189.
¹³⁴⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 24.
¹³⁴⁹Berson 1804, 68.
¹³⁵⁰Wolfram 1838, 42.
¹³⁵¹Keferstein 1776, 202.
 Triest 1809. Bd. 2., 376.
 Wolfram 1838, 42.
 Rudolph 1829, 76.
¹³⁵²Wolfram 1838, 42.
¹³⁵³Mitglieder 1798, 84, 85.
 Friederici 1799, 99.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
¹³⁵⁴Triest 1809. Bd. 2., 376.
 Rudolph 1829, 76.
 Romberg 1838, 11.
¹³⁵⁵Lange 1779, 159.

¹³⁵⁶Succov 1751, 143.
 Suckow 1781, 170.
¹³⁵⁷BLHA: Pr. Br. Rep. 30
 A Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 144.
¹³⁵⁸Voch 1780 (1), 6.
¹³⁵⁹Keferstein 1776, 219.
¹³⁶⁰Izzo 1773, 41.
¹³⁶¹Bode 1804, 76.
¹³⁶²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142)
 Wolfram 1818, 160.
¹³⁶³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 242 (142).
 Romberg 1838, 15.
 Linke 1850, 80.
¹³⁶⁴Mitglieder 1798, 85.
¹³⁶⁵Triest 1809. Bd. 2., 399.
¹³⁶⁶Wolfram 1838, 42, 55.
¹³⁶⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 246.
¹³⁶⁸Mitglieder 1798, 88.
 Krünitz 1802, 506.
 Berson 1804, 45.
 Linke 1850, 80.
¹³⁶⁹Krünitz 1796, 116.
¹³⁷⁰Mitglieder 1798, 85.
¹³⁷¹Mitglieder 1798, 85.
 Triest 1809. Bd. 2., 397.
 Romberg 1838, 15.
¹³⁷²Helfenzrieder 1787, 58, 70.
 Rommerdt 1828, 172.
¹³⁷³Engel 1863, 357.
¹³⁷⁴Izzo 1773, 41.
¹³⁷⁵Gilly 1799 (1), 24.
¹³⁷⁶Mitglieder 1798, 85.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
 Triest 1809. Bd. 2., 397.
¹³⁷⁷Mitglieder 1798, 85.
 Berson 1804, 49.
 Triest 1809. Bd. 2., 397.
¹³⁷⁸Izzo 1773, 41.
 Meinert 1796, 410.
 Succov 1751, 145.
 Suckow 1781, 172.
¹³⁷⁹BLHA: Pr. Br. Rep. 30
 A Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 90.
¹³⁸⁰Mitglieder 1798, 84.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
 Berson 1804, 21, 49.
 Sachs 1831, 51.
¹³⁸¹Krünitz 1802, 740.
¹³⁸²Triest 1809. Bd. 2., 398.
 Mitglieder 1798, 85.
¹³⁸³Linke 1850, 82.
¹³⁸⁴Linke 1850, 80, 81.
¹³⁸⁵Linke 1850, 80, 81.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 57.
¹³⁸⁶Mitglieder 1798, 85.
 Heigelin 1828, 48.
¹³⁸⁷Triest 1809. Bd. 2., 383.
¹³⁸⁸Ehrlich 1933, 20.
 Mielke 1972, 169, 170.

¹³⁸⁹Wolfram 1838, 43.
¹³⁹⁰Bode 1804, 74.
 Wolfram 1818, 235.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
¹³⁹¹Gilly 1799 (1), . 18.
 Triest 1809. Bd. 2., 376.
¹³⁹²Berson 1804, 49.
¹³⁹³BLHA: Pr. Br. Rep. 30
 A Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 90.
¹³⁹⁴Mitglieder 1798, 85.
 Triest 1809. Bd. 2., 399.
¹³⁹⁵Mitglieder 1798, 85.
 Triest 1809. Bd. 2., 399.
¹³⁹⁶Bode 1804, 74.
 Wolfram 1818, 235.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 239.
¹³⁹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
¹³⁹⁸Wolfram 1838, 43.
¹³⁹⁹Linke 1850, 81.
¹⁴⁰⁰Wolfram 1818, 257.
¹⁴⁰¹Mitglieder 1798, 88.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
¹⁴⁰²Bode 1804, 76.
 Triest 1809. Bd. 2., 399.
 Wolfram 1818, 248.
 Heigelin 1828, 50.
 Rudolph 1829, 85.
¹⁴⁰³Succov 1751, 140, 143.
 Suckow 1781, 168, 170.
¹⁴⁰⁴Krünitz 1802, 494.
 Bleichrodt 1830. Bd. 2., 405.
¹⁴⁰⁵Berson 1804, 45.
¹⁴⁰⁶Voch 1780 (1), 6.
¹⁴⁰⁷Mitglieder 1798, 88.
¹⁴⁰⁸Mitglieder 1798, 85.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
 Triest 1809. Bd. 2., 399.
 Rudolph 1829, 85.
 Linke 1850, 81.
¹⁴⁰⁹Triest 1809. Bd. 2., 401.
 Breymann 1856, 196.
¹⁴¹⁰Breymann 1856, 196.
¹⁴¹¹Bleichrodt 1848, 126.
¹⁴¹²Gilly 1800 (1), 239.
¹⁴¹³Wolfram 1818, 235.
¹⁴¹⁴Wolfram 1818, 235, 351, 363.
¹⁴¹⁵Helfenzrieder 1787, 466.
¹⁴¹⁶Breymann 1856, 12.
¹⁴¹⁷Breymann 1856, 12.
¹⁴¹⁸Helfenzrieder 1787, 413, 466.
¹⁴¹⁹Leopold 1759, 86.
 Helfenzrieder 1787, 414, 415.
 Versuch 1792, 36.
 Berson 1797, 99.
 Wolfram 1818, 363.
¹⁴²⁰Sturm 1699. 1 Ausf., 89.
 Leopold 1759, 85.
 Krünitz 1802, 766.
 Wolfram 1818, 235, 351.

¹⁴²¹Sturm 1699. 1 Ausf., 88.
 Leopold 1759, 84.
 Schauplatz 1776, 1.
¹⁴²²Keferstein 1776, 141.
 Gilly 1805 (1). Bd. 2., 349.
 Berson 1797, 96.
¹⁴²³Beckmann 1784, 391.
 Berson 1797, 96.
¹⁴²⁴Helfenzrieder 1787, 443.
¹⁴²⁵Versuch 1792, 41.
¹⁴²⁶Krünitz 1802, 757.
¹⁴²⁷Keferstein 1776, 144.
 Schmidt 1790, 89.
¹⁴²⁸Izzo 1773, 97.
¹⁴²⁹Keferstein 1776, 143.
¹⁴³⁰Gilly 1805 (1). Bd. 2., 349.
¹⁴³¹Suckow 1781, 41.
¹⁴³²Gilly 1805 (1). Bd. 2., 349.
¹⁴³³Gilly 1805 (1). Bd. 2., 349.
¹⁴³⁴Versuch 1792, 41.
¹⁴³⁵Gilly 1799 (1), 31.
¹⁴³⁶Berson 1797, 102.
¹⁴³⁷Berson 1797, 109.
¹⁴³⁸Rommerdt 1828, 311.
¹⁴³⁹Sturm 1699. 1 Ausf., 89.
¹⁴⁴⁰Sturm 1699. 1 Ausf., 88.
 Izzo 1773, 96.
 Keferstein 1776, 142.
 Gilly 1805 (1). Bd. 2., 355.
¹⁴⁴¹Gilly 1805 (1). Bd. 2., 355.
¹⁴⁴²Schmidt 1790, 89.
 Krünitz 1796, 71.
¹⁴⁴³Voit 1820, 315.
 Rommerdt 1828, 302.
¹⁴⁴⁴Romberg 1838, 49.
¹⁴⁴⁵Gilly 1805 (1). Bd. 2., 356.
¹⁴⁴⁶Versuch 1792, 10, 11, 20, 26.
¹⁴⁴⁷Rommerdt 1828, 308.
¹⁴⁴⁸Versuch 1792, 34.
¹⁴⁴⁹Versuch 1792, 3, 14.
 Berson 1797, 109.
 Gilly 1805 (1). Bd. 2., 354, 355.
¹⁴⁵⁰Leopold 1759, 86, 87.
 Versuch 1792, 30, 31, 32.
 Rommerdt 1828, 310, 311.
¹⁴⁵¹Versuch 1792, 16, 17.
¹⁴⁵²Helfenzrieder 1787, 419, 424.
¹⁴⁵³Versuch 1792, 49.
¹⁴⁵⁴Versuch 1792, 28.
¹⁴⁵⁵Gilly 1805 (1). Bd. 2., 355.
¹⁴⁵⁶Keferstein 1776, 143.
¹⁴⁵⁷Gilly 1805 (1). Bd. 2., 354.
¹⁴⁵⁸Izzo 1773, 41.
 Huth 1787, 9, 11.
 Gilly 1805 (1). Bd. 2., 354.
 Triest 1809. Bd. 2., 404.

- Herrlich 1821, IV.
Romberg 1838, 49.
Berson 1797, 110.
Wolfram 1818, 365.
¹⁴⁵⁹Meinert 1802, 168.
¹⁴⁶⁰Schmidt 1790, 89.
Sachs 1825, 60, 61.
¹⁴⁶¹Huth 1787, 11.
Rommerdt 1828, 306.
¹⁴⁶²Huth 1787, 9.
¹⁴⁶³Versuch 1792, 9, 33.
Berson 1797, 113.
Krünitz 1802, 756.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 350.
Crelle 1829 (4), 267.
¹⁴⁶⁴Versuch 1792, 33.
¹⁴⁶⁵Gilly 1805 (1). Bd. 2., 350.
¹⁴⁶⁶Bode 1804, 87.
¹⁴⁶⁷Gilly 1805 (1). Bd. 2., 350.
Rommerdt 1828, 305.
Crelle 1829 (4), 268.
¹⁴⁶⁸Versuch 1792, 33.
Crelle 1829 (4), 273.
¹⁴⁶⁹Versuch 1792, 9, 33.
¹⁴⁷⁰Keferstein 1776, 145.
¹⁴⁷¹Keferstein 1776, 146.
¹⁴⁷²Menzel 1837, 1.
¹⁴⁷³Wolfram 1818, 365.
¹⁴⁷⁴Wolfram 1818, 365.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 354.
¹⁴⁷⁵Gilly 1805 (1). Bd. 2., 354.
¹⁴⁷⁶Herrlich 1821, III, 9, 23.
¹⁴⁷⁷Herrlich 1821, 24.
¹⁴⁷⁸Crelle 1829 (4), 268.
¹⁴⁷⁹Linke 1850, 119.
¹⁴⁸⁰Crelle 1829 (4), 268, 269.
¹⁴⁸¹Crelle 1829 (4), 268, 269.
Förster 1836 (1), 13.
Romberg 1841 (2), 205.
¹⁴⁸²Crelle 1829 (4), 268.
Romberg 1841 (2), 205.
¹⁴⁸³Sachs 1825, 62.
Förster 1836 (1), 14.
Newyahn 1837 (1), 11.
Romberg 1838, 50.
Herrlich 1821, 24.
¹⁴⁸⁴Herrlich 1821, 28.
Linke 1850, 119.
¹⁴⁸⁵Wedek 1849, 101.
¹⁴⁸⁶Crelle 1829 (4), 270.
Wolfram 1838, 97.
¹⁴⁸⁷Romberg 1838, 49.
¹⁴⁸⁸Crelle 1829 (4), 266.
Linke 1850, 119.
¹⁴⁸⁹Linke 1850, 119.
¹⁴⁹⁰Crelle 1829 (4), 280.
¹⁴⁹¹Moller Heft II. o. Jg., 1.
¹⁴⁹²Förster 1836 (1), 13.
¹⁴⁹³Newyahn 1837 (1), 11.
Rommerdt 1828, 304, 305.
¹⁴⁹⁴Linke 1850, 119.
¹⁴⁹⁵Linke 1850, 119.
¹⁴⁹⁶Wolfram 1838, 97.
- ¹⁴⁹⁷Sturm 1699. 1 Ausf., 89.
¹⁴⁹⁸Bode 1804, 86, 87.
¹⁴⁹⁹Helfenzrieder 1787, 444.
¹⁵⁰⁰Helfenzrieder 1787, 444.
¹⁵⁰¹Gilly 1805 (1). Bd. 2., 351.
¹⁵⁰²Schmidt 1790, 89.
¹⁵⁰³Keferstein 1776, 142.
¹⁵⁰⁴Keferstein 1776, 144.
Rommerdt 1828, 312.
¹⁵⁰⁵Izzo 1773, 97.
Bode 1804, 87.
¹⁵⁰⁶Keferstein 1776, 142.
Helfenzrieder 1787, 444.
¹⁵⁰⁷Bode 1804, 87.
¹⁵⁰⁸Rommerdt 1828, 307.
¹⁵⁰⁹Berson 1797, 102.
¹⁵¹⁰Gilly 1805 (1). Bd. 2., 351.
¹⁵¹¹Förster 1836 (1), 13.
Menzel 1837, 1.
¹⁵¹²Linke 1850, 119.
¹⁵¹³Förster 1836 (1), 13.
Wolfram 1838, 96.
¹⁵¹⁴Crelle 1829 (4), 278.
Herrlich 1821, 26.
Förster 1836 (1), 14.
¹⁵¹⁵Linke 1850, 119.
¹⁵¹⁶Helfenzrieder 1787, 415.
Manger 1785, 83.
¹⁵¹⁷Huth 1790, 25.
¹⁵¹⁸Wolfram 1818, 363.
Rommerdt 1828, 306.
¹⁵¹⁹Schmidt 1790, 90.
¹⁵²⁰Daviler 1759, 170.
¹⁵²¹Helfenzrieder 1787, 415.
¹⁵²²Sturm 1699. 1 Ausf., 88.
Crelle 1829 (4), 285.
¹⁵²³Romberg 1841 (2), 205.
¹⁵²⁴Gilly 1805 (1). Bd. 2., 367.
¹⁵²⁵Berson 1797, 117.
Menzel 1837, 1.
¹⁵²⁶Keferstein 1776, 144, 145.
Helfenzrieder 1787, 418.
Berson 1797, 100.
Krünitz 1802, 757.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 359.
Triest 1809. Bd. 2., 404.
Wolfram 1818, 365, 367.
Voit 1820, 316.
¹⁵²⁷Daviler 1759, 170.
¹⁵²⁸Suckow 1781, 37.
¹⁵²⁹Daviler 1759, 170.
¹⁵³⁰Izzo 1773, 41.
Bode 1804, 88.
Rommerdt 1828, 301.
Romberg 1838, 49.
Daviler 1759, 170.
Sturm 1699. 1 Ausf., 88.
Krünitz 1796, 117.
¹⁵³¹Architectura 1720, 2.
¹⁵³²Daviler 1759, 170.
Berson 1797, 122.
¹⁵³³Gilly 1800 (1), 246.
- ¹⁵³⁴Büsch 1800, 360.
Bode 1804, 76.
¹⁵³⁵Berson 1797, 122.
Menzel 1837, 2.
¹⁵³⁶Izzo 1773, 97.
Goldfus 1794, 22.
Schmidt 1790, 89.
¹⁵³⁷Gilly 1805 (1). Bd. 2., 358, 359.
Romberg 1838, 53.
Triest 1809. Bd. 2., 402.
¹⁵³⁸Romberg 1838, 50.
¹⁵³⁹Gilly 1805 (1). Bd. 2., 364.
¹⁵⁴⁰Keferstein 1776, 144, 145.
Helfenzrieder 1787, 418.
Berson 1797, 100.
Krünitz 1802, 757.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 359.
Triest 1809. Bd. 2., 404.
Wolfram 1818, 365, 367.
Voit 1820, 316.
¹⁵⁴¹Gilly 1805 (1). Bd. 2., 358.
¹⁵⁴²Gilly 1805 (1). Bd. 2., 359.
Triest 1809. Bd. 2., 404.
¹⁵⁴³Behrens 1796, 198.
¹⁵⁴⁴Romberg 1838, 50.
¹⁵⁴⁵Schmidt 1790, 11, 89.
Versuch 1792, 42.
Berson 1797, 100, 117.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 347.
¹⁵⁴⁶Berson 1797, 100.
¹⁵⁴⁷Helfenzrieder 1787, 418.
¹⁵⁴⁸Suckow 1781, 94.
Helfenzrieder 1787, 418.
Berson 1797, 100, 102.
Bode 1804, 87.
Crelle 1829 (4), 267.
¹⁵⁴⁹Berson 1797, 117.
Berson 1804, 45.
Romberg 1838, 49.
¹⁵⁵⁰Gilly 1805 (1). Bd. 2., 350.
¹⁵⁵¹Mitglieder 1798, 90.
Krünitz 1802, 757.
Crelle 1829 (4), 270.
Romberg 1838, 50.
Berson 1797, 102, 116.
Wolfram 1818, 368.
¹⁵⁵²Berson 1797, 118.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 366.
¹⁵⁵³Versuch 1792, 42.
Mitglieder 1798, 90.
Crelle 1829 (4), 270.
Förster 1836 (1), 14.
Linke 1850, 119.
¹⁵⁵⁴Bode 1804, 87.
Voit 1820, 315.
¹⁵⁵⁵Menzel 1837, 1.
¹⁵⁵⁶Crelle 1829 (4), 274.
Menzel 1837, 1.
¹⁵⁵⁷Crelle 1829 (4), 274.
¹⁵⁵⁸Berson 1797, 116.
Menzel 1837, 1.
¹⁵⁵⁹Allgemeine Bauzeitung. 1839. Bl. CCCVII.
- ¹⁵⁶⁰Crelle 1829 (4), 273, 274.
Sachs 1825, 62.
Romberg 1847, 434.
¹⁵⁶¹Romberg 1847, 433.
¹⁵⁶²Romberg 1847, 433.
¹⁵⁶³Sturm 1699. 1 Ausf., 87, 88.
Keferstein 1776, 145.
Schmidt 1790, 89.
Behrens 1796, 175, 197, 198.
Voit 1820, 314.
¹⁵⁶⁴Wolfram 1818, 368.
¹⁵⁶⁵Gilly 1805 (1). Bd. 2., 358.
¹⁵⁶⁶Gilly 1805 (1). Bd. 2., 358.
¹⁵⁶⁷Behrens 1796, 175.
¹⁵⁶⁸Succov 1751, 65.
Suckow 1781, 94.
Behrens 1796, 175.
Berson 1797, 99.
Wolfram 1818, 368.
¹⁵⁶⁹Behrens 1796, 175.
¹⁵⁷⁰Romberg 1841 (2), 205.
¹⁵⁷¹Romberg 1841 (2), 205.
¹⁵⁷²Goldfus 1794, 22.
Helfenzrieder 1787, 417, 418.
Romberg 1838, 52.
Bode 1804, 87.
¹⁵⁷³Gilly 1799 (1), 32.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 346.
¹⁵⁷⁴Mitglieder 1798, 85.
¹⁵⁷⁵Suckow 1781, 94.
Gilly 1799 (1), 31.
¹⁵⁷⁶Mitglieder 1798, 90.
Sachs 1825, 64.
¹⁵⁷⁷Berson 1797, 117.
¹⁵⁷⁸Gilly 1805 (1). Bd. 2., 363.
Triest 1809. Bd. 2., 403.
Wolfram 1818, 367.
Crelle 1829 (4), 267.
¹⁵⁷⁹Gilly 1805 (1). Bd. 2., 363.
Wolfram 1818, 367.
Rommerdt 1828, 304.
¹⁵⁸⁰Berson 1797, 117.
¹⁵⁸¹Berson 1797, 120.
Gilly 1805 (1). Bd. 2., 364, 365.
¹⁵⁸²Crelle 1829 (4), 270.
¹⁵⁸³Triest 1809. Bd. 2., 403.
Crelle 1829 (4), 274.
Wolfram 1818, 367.
¹⁵⁸⁴Gilly 1805 (1). Bd. 2., 360.
Linke 1850, 120.
¹⁵⁸⁵Berson 1797, 119.
¹⁵⁸⁶Gilly 1805 (1). Bd. 2., 361.
¹⁵⁸⁷Rommerdt 1828, 297.
¹⁵⁸⁸Wolfram 1818, 257.
¹⁵⁸⁹Sachs 1825, 61.
¹⁵⁹⁰Triest 1809. Bd. 2., 403, 404.
Wolfram 1818, 359.
Bleichrodt 1848, 132.

- ¹⁵⁹¹ Linke 1850, 117.
¹⁵⁹² Wolfram 1818, 368.
¹⁵⁹³ Wolfram 1818, 367.
¹⁵⁹⁴ Sachs 1825, 68.
 Sachs 1831, 49.
 Romberg 1841 (2), 207.
¹⁵⁹⁵ Sachs 1831, 48.
¹⁵⁹⁶ Linke 1850, 82.
¹⁵⁹⁷ Succov 1751, 65.
 Suckow 1781, 94.
¹⁵⁹⁸ Goldfus 1794, 22.
¹⁵⁹⁹ Huth 1787, 11.
¹⁶⁰⁰ Crelle 1829 (4), 270.
 Förster 1836 (1), 14.
 Romberg 1841 (2), 207.
¹⁶⁰¹ Sachs 1825, 63.
¹⁶⁰² Crelle 1829 (4), 270.
 Romberg 1841 (2), 207.
¹⁶⁰³ Heigelin 1828, 44.
¹⁶⁰⁴ Romberg 1838, 50.
¹⁶⁰⁵ Sturm 1699. I Ausf., 88.
 Succov 1751, 65.
 Suckow 1781, 94.
 Huth 1790, 24.
 Gilly 1790, 8.
¹⁶⁰⁶ Suckow 1781, 94.
 Helfenzrieder 1787, 419.
 Gilly 1790, 8.
 Gilly 1799 (1), 32.
¹⁶⁰⁷ Wolfram 1818, 363.
¹⁶⁰⁸ Krünitz 1796, 118.
¹⁶⁰⁹ Krünitz 1802, 766.
¹⁶¹⁰ Sturm 1699. I Ausf., 88.
¹⁶¹¹ Helfenzrieder 1787, 418.
¹⁶¹² Gilly 1800 (1), 239.
¹⁶¹³ Berson 1797, 123.
¹⁶¹⁴ Versuch 1792, 36.
 Wolfram 1818, 364.
¹⁶¹⁵ Versuch 1792, 50, 51.
 Wolfram 1818, 364.
¹⁶¹⁶ Izzo 1773, 96.
 Versuch 1792, 35.
¹⁶¹⁷ Wolfram 1818, 364.
¹⁶¹⁸ Keferstein 1776, 144.
 Berson 1797, 109.
¹⁶¹⁹ Rönne 1846, 492.
¹⁶²⁰ Rommerdt 1828, 297.
¹⁶²¹ Newyahn 1837 (1), 12.
¹⁶²² Ehrenberg 1837 (2), 78.
¹⁶²³ Newyahn 1837 (1), 12.
¹⁶²⁴ Crelle 1829 (4), 281, 286-289.
 Newyahn 1837 (1), 12.
 Menzel 1847, 154.
 Sachs 1825, 62.
 Rommerdt 1828, 298.
¹⁶²⁵ Romberg 1847, 433.
¹⁶²⁶ Dingler 1827, 199-200.
¹⁶²⁷ Crelle 1829 (4), 284.
¹⁶²⁸ Wolfram 1818, 145.
 Wedeke 1849, 101.
 Rommerdt 1828, 88.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 237.
 Hart 1964, 32, 33.
 Romberg 1838, 7.
- Bleichrodt 1848, 159, 162.
¹⁶²⁹ Bode 1804, 47.
 Rudolph 1829, 52.
 Wolfram 1818, 145.
¹⁶³⁰ Rommerdt 1828, 88.
¹⁶³¹ Triest 1809. Bd. 2., 404.
 Crelle 1829 (4), 270.
 Förster 1836 (1), 13.
¹⁶³² Huth 1787, 9, 11, 17.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A
 Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 111.
¹⁶³³ Helfenzrieder 1787, 414.
 Schmidt 1790, 90.
 Krünitz 1802, 757.
 Rommerdt 1828, 306.
¹⁶³⁴ Wolfram 1818, 364.
¹⁶³⁵ Succov 1751, 65.
 Suckow 1781, 94.
 Berson 1797, 110.
 Romberg 1841 (2), 207.
 Meinert 1796, 415.
¹⁶³⁶ Sturm 1699. I Ausf., 88.
 Wolfram 1818, 364.
¹⁶³⁷ Romberg 1841 (2), 207.
 Mitglieder 1798, 92.
 BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A
 Berlin Nr. 17. Acta
 Bauwesen in hiesigen
 Residenzen betreffend
 von 1795 bis 1809. 112.
¹⁶³⁸ Mitglieder 1798, 92.
¹⁶³⁹ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 367.
 Romberg 1841 (2), 207.
¹⁶⁴⁰ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 367.
¹⁶⁴¹ Romberg 1838, 50.
¹⁶⁴² Linke 1850, 50, 51.
¹⁶⁴³ Crelle 1829 (4), 280.
¹⁶⁴⁴ Wolfram 1838, 97.
¹⁶⁴⁵ Linke 1850, 80.
¹⁶⁴⁶ Krünitz 1802, 757.
¹⁶⁴⁷ Krünitz 1796, 118.
¹⁶⁴⁸ Wolfram 1818, 363.
¹⁶⁴⁹ Krünitz 1802, 757.
¹⁶⁵⁰ Huth 1790, 25.
 Böthcke 1795, 15.
 Krünitz 1796, 118.
¹⁶⁵¹ Wolfram 1818, 363.
¹⁶⁵² Gilly 1805 (1). Bd. 2., 353.
¹⁶⁵³ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 358.
¹⁶⁵⁴ Crelle 1829 (4), 271.
 Romberg 1841 (2), 207.
¹⁶⁵⁵ Lange 1779, 396.
 Helfenzrieder 1787, 441.
¹⁶⁵⁶ Versuch 1792, 38.
¹⁶⁵⁷ Helfenzrieder 1787, 442.
¹⁶⁵⁸ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 352.
¹⁶⁵⁹ Versuch 1792, 37.
¹⁶⁶⁰ Huth 1787, 10.
¹⁶⁶¹ Suckow 1781, 40-43.
¹⁶⁶² Huth 1787, 10.
- ¹⁶⁶³ Lange 1779, 394.
 Versuch 1792, 42, 43.
¹⁶⁶⁴ Wolfram 1818, 355.
 Leopold 1759, 85.
 Wolfram 1838, 43.
¹⁶⁶⁵ Romberg 1838, 51.
¹⁶⁶⁶ Versuch 1792, 42, 43.
 Gilly 1805 (1). Bd. 2., 372.
 Romberg 1838, 51.
¹⁶⁶⁷ Leopold 1759, 86.
¹⁶⁶⁸ Leopold 1759, 85.
 Krünitz 1802, 756.
¹⁶⁶⁹ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 373.
 Linke 1850, 123.
¹⁶⁷⁰ Daviler 1759, 170.
 Goldfus 1794, 48.
¹⁶⁷¹ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 373.
¹⁶⁷² Romberg 1838, 51.
¹⁶⁷³ Wolfram 1818, 356.
 Linke 1850, 123.
¹⁶⁷⁴ Krünitz 1802, 756.
 Wolfram 1818, 356.
¹⁶⁷⁵ Mitglieder 1798, 90.
¹⁶⁷⁶ Lange 1779, 394.
 Wolfram 1818, 355.
¹⁶⁷⁷ Sturm 1699. I Ausf., 88.
¹⁶⁷⁸ Triest 1809. Bd. 2., 404.
 Wolfram 1818, 356.
 Schinkel 1835, 9.
¹⁶⁷⁹ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 374.
 Wolfram 1818, 356.
 Romberg 1838, 52.
¹⁶⁸⁰ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 372.
 Triest 1809. Bd. 2., 404.
¹⁶⁸¹ Wolfram 1818, 355.
¹⁶⁸² Gilly 1805 (1). Bd. 2., 372.
¹⁶⁸³ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 372.
¹⁶⁸⁴ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 372.
¹⁶⁸⁵ Gilly 1805 (1). Bd. 2., 373.
 Sachs 1825, 65, 68.
¹⁶⁸⁶ Linke 1850, 116.
¹⁶⁸⁷ Helfenzrieder 1787, 460.
 Sachs 1825, 62.
¹⁶⁸⁸ Bode 1804, 86.
¹⁶⁸⁹ Huth 1787, 9.
¹⁶⁹⁰ Huth 1787, 10.
 Bode 1804, 86.
¹⁶⁹¹ Huth 1787, 10.
¹⁶⁹² Bode 1804, 86.
¹⁶⁹³ Berson 1804, 17.
¹⁶⁹⁴ Huth 1787, 9.
 Gilly 1805 (1). Bd. 2., 351.
 Crelle 1829 (4), 279.
 Romberg 1838, 53.
 Linke 1850, 116.
¹⁶⁹⁵ Huth 1787, 10.
¹⁶⁹⁶ Bode 1804, 86, 87.
¹⁶⁹⁷ Triest 1809. Bd. 2., 402, 403.
¹⁶⁹⁸ Griep 1985, 262.
¹⁶⁹⁹ Suckow 1781, 40-42.
- ¹⁷⁰⁰ Versuch 1792, 8.
¹⁷⁰¹ Suckow 1781, 42, 43.
¹⁷⁰² Faber 1950, 31.
¹⁷⁰³ Herrlich 1821, 32.
¹⁷⁰⁴ Meinert 1802, 170.
 Herrlich 1821, V.
 Gilly 1799 (4), 141, 142.
¹⁷⁰⁵ Crelle 1829 (2), 178, 179.
¹⁷⁰⁶ Romberg 1838, 50.
¹⁷⁰⁷ Crelle 1829 (2), 181, 182.
¹⁷⁰⁸ Crelle 1829 (2), 185, 189, 190.
¹⁷⁰⁹ Crelle 1829 (2), 190, 191, 192, 193, 194.
¹⁷¹⁰ Crelle 1829 (2), 204, 205, 206.
¹⁷¹¹ Crelle 1829 (2), 210, 211.
¹⁷¹² Förster 1836 (2), 1713
 Crelle 1829 (2), 212.
¹⁷¹⁴ Gernrath 1825. Bd. 1., 59.
 Romberg 1838, 12.
 Belidor 1757. Buch 1., 13.
¹⁷¹⁵ Keferstein 1776, 219, 220.
 Krünitz 1802, 510.
 Ziegler 1776, 25.
 Izzo 1773, 37.
¹⁷¹⁶ Wolfram 1818, 129, 168.
¹⁷¹⁷ Gernrath 1825. Bd. 1., 59.
¹⁷¹⁸ Wolfram 1837, 71.
¹⁷¹⁹ Rudolph 1829, 76, 86.
 Wolfram 1818, 168.
 Wolfram 1837, 71.
¹⁷²⁰ Belidor 1757. Buch 1., 13.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 59.
 Triest 1809. Bd. 2., 392.
 Breymann 1856, 200.
¹⁷²¹ Redelykheid 1788, 39, 40.
¹⁷²² Menzel 1847, 142.
¹⁷²³ Sturm 1718 (5), Tab. II.
 Belidor 1757. Buch 1., 27.
 Huth 1787, 17.
 Triest 1809. Bd. 2., 392.
¹⁷²⁴ Triest 1809. Bd. 2., 393.
 Krünitz 1802, 504.
 Belidor 1757. Buch 1., 13.
¹⁷²⁵ Heigelin 1828, 51.
 Durand 1831. Bd. 1., 25.
¹⁷²⁶ Goldmann 1699. Buch 1., 68.
¹⁷²⁷ Redelykheid 1788, 37.
¹⁷²⁸ Sturm 1719, 9.
¹⁷²⁹ Redelykheid 1788, 37.
¹⁷³⁰ Redelykheid 1788, 35, 36.
¹⁷³¹ Eytelwein 1805, 87.
¹⁷³² Wolfram 1818, 174.
¹⁷³³ Eytelwein 1805, 95.
¹⁷³⁴ Breymann 1856, 26.
¹⁷³⁵ Breymann 1856, 27.
¹⁷³⁶ Wolfram 1818, 174.
 Wolfram 1839, 10.
 Rondelet 1834, 306.
¹⁷³⁷ Redelykheid 1788, 47.

- ¹⁷³⁸Eytelwein 1805, 52.
¹⁷³⁹Eytelwein 1805, 52, 114.
¹⁷⁴⁰Eytelwein 1805, 80, 81, 96.
Wolfram 1837, 72.
¹⁷⁴¹Rondelet 1834, 24.
¹⁷⁴²Triest 1809. Bd. 2., 392.
¹⁷⁴³Goldmann 1699. Buch 1., 11.
Sturm 1745, 27.
¹⁷⁴⁴Belidor 1757. Buch 1., 52.
¹⁷⁴⁵Wolfram 1837, 73.
¹⁷⁴⁶Redelykheid 1788, 38.
¹⁷⁴⁷Wolfram 1818, 169.
¹⁷⁴⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 61.
¹⁷⁴⁹Eytelwein 1808. Bd. 1., 199.
¹⁷⁵⁰Rondelet 1835, 229.
¹⁷⁵¹Belidor 1757. Buch 1., 23, 24.
¹⁷⁵²Belidor 1757. Buch 1., 27.
¹⁷⁵³Maillard 1817. Bd. 1., 38.
¹⁷⁵⁴Eytelwein 1808. Bd. 1., 197.
¹⁷⁵⁵Rondelet 1834, 18.
Eytelwein 1805, 110.
Heigelin 1828, 43.
¹⁷⁵⁶Triest 1809. Bd. 2., 392.
Wolfram 1818, 169.
Eytelwein 1805, 115, 116, 118.
¹⁷⁵⁷Triest 1809. Bd. 2., 392.
¹⁷⁵⁸Wolfram 1837, 76.
¹⁷⁵⁹Belidor 1757. Buch 1., 13.
¹⁷⁶⁰Eytelwein 1805, 108, 109.
¹⁷⁶¹Eytelwein 1805, 52.
¹⁷⁶²Eytelwein 1805, 121.
Navier 1851, 98, 100, 101, 103.
¹⁷⁶³Rondelet 1835, 227.
¹⁷⁶⁴Kinsky 1788, 88, 89.
¹⁷⁶⁵Eytelwein 1805, 52.
¹⁷⁶⁶Eytelwein 1805, 105, 106.
Rondelet 1835, 233.
¹⁷⁶⁷Belidor 1757. Buch 1., 37.
Eytelwein 1805, 53.
Gernrath 1825. Bd. 1., 63.
Rondelet 1835, 215, 219-226.
¹⁷⁶⁸Heigelin 1828, 51.
¹⁷⁶⁹Menzel 1847, 145.
¹⁷⁷⁰Breymann 1856, 200.
¹⁷⁷¹Eytelwein 1805, 114.
¹⁷⁷²Breymann 1856, 201.
¹⁷⁷³Heigelin 1828, 52.
¹⁷⁷⁴Milizia 1824. Bd. 3., 129.
¹⁷⁷⁵Eytelwein 1805, 114.
Triest 1809. Bd. 2., 394.
¹⁷⁷⁶Gernrath 1825. Bd. 1., 60.
- ¹⁷⁷⁷Menzel 1847, 144, 145.
¹⁷⁷⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 60.
¹⁷⁷⁹Gernrath 1825. Bd. 1., 61.
¹⁷⁸⁰Meinert 1797, 410.
Maillard 1817. Bd. 2., 305.
¹⁷⁸¹Maillard 1817. Bd. 2., 307.
¹⁷⁸²Eytelwein 1805, 52.
¹⁷⁸³Rondelet 1834, 25.
¹⁷⁸⁴Helfenzrieder 1787, 218.
¹⁷⁸⁵Helfenzrieder 1787, 218.
¹⁷⁸⁶Krünitz 1802, 505.
¹⁷⁸⁷Heigelin 1828, 51.
¹⁷⁸⁸Eytelwein 1805, 32, 95.
Gernrath 1825. Bd. 1., 59.
¹⁷⁸⁹Eytelwein 1805, 33-35.
¹⁷⁹⁰Eytelwein 1805, 94, 96.
¹⁷⁹¹Menzel 1847, 145.
Wolfram 1818, 178.
¹⁷⁹²Wolfram 1818, 179.
Menzel 1847, 145.

¹Gernrath 1825. Bd. 1., 130.
²Grimm 1973, 6651.
³Grimm 1973, 6644.
⁴Grimm 1973, 6649.
⁵Grimm 1973, 6651.
⁶Goldmann 1699. Buch 3., 118.
⁷Izzo 1773, 45,46,57.
⁸Succov 1751, 42.
⁹Suckow 1781, 58.
⁹Succov 1751, 42, 43.
⁹Suckow 1781, 57.
¹⁰Goldmann 1699. Buch 3., 118.
¹¹Zedler 1735, 1393.
¹¹Sachse 1975.
¹²Ziegler 1776, 19.
¹³Gilly F. 1803, 126-127.
¹⁴Lassaulx 1829 (1), 323.
¹⁵Sturm 1699, 134.
¹⁶Winkelmann 1762, 44.
¹⁷Rondelet 1834, 315.
¹⁷Meinert 1797, 59.
¹⁸Meinert 1797, 59.
¹⁹Stieglitz 1801, 272,273.
²⁰Goldmann 1699. Buch 3., 118.
²¹Sturm 1718 (3), 5.
²²Zedler 1735, 1393.
²³Schmidt 1794, 10.
²⁴Succov 1751, 42.
²⁵Suckow 1781, 58.
²⁶Reinhold 1784, 406.
²⁷Daviler 1699, 342.
²⁸Succov 1751, 42.
²⁹Suckow 1781, 58.
³⁰Helfenzrieder 1787, 142.
³¹Schmidt 1794, 10.
³²Meinert 1797, 6,7.
³³Rudolph 1829, 89.
³⁴Wolfram 1838, 109.
³⁵Meerwein 1802, 1.
³⁶Redelykheid 1788, 31.
³⁷Meerwein 1802, 1.
³⁸Menzel 1845, 45.
³⁹Menzel 1866 (2), 1.
⁴⁰Voch 1782, 47.
⁴¹Goldmann 1699. Buch 3., 115.
⁴²Meinert 1797, 6,7,46,47.
⁴³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 209.
⁴⁴Helfenzrieder 1787, 140,142.
⁴⁵Hirt 1809, 168.
⁴⁶Romberg 1838, 26.
⁴⁷Zedler 1735, 1393,1396.
⁴⁸Manger 1785, 147.
⁴⁹Daviler 1699, 207,342.
⁵⁰Winkelmann 1762, 12.
⁵¹Schübler 1735, 52.
⁵²Penther 1746-64. Bd. 2., 17.
⁵³Keferstein 1776, 172.
⁵⁴Meerwein 1798, 74.
⁵⁵Meerwein 1802, 9.
⁵⁶Rondelet 1834, 319.
⁵⁷Schmidt 1794, 13.
⁵⁸Derand 1755, 70.
⁵⁹Vitruvius 1987, 328.
⁶⁰Succov 1751, 42.
⁶¹Suckow 1781, 57,58.
⁶²Friderici 1800, 78.

Maillard 1817. Bd. 1., III.
⁶³Sturm 1745, 5.
⁶⁴Milizia 1824. Bd. 3., 194.
⁶⁵Navier 1851, 137,138.
⁶⁶Wolfram 1818, 129.
⁶⁷Sachs 1825, 88.
⁶⁸Izzo 1773, 58,61.
⁶⁹Menzel 1847, 165.
⁷⁰Silberschlag 1773, 273,274,285,286.
⁷¹Stieglitz 1792. Bd. 2., 437.
⁷²Rudolph 1829, 25.
⁷³Krönitz 1788, 340.
⁷⁴Belidor 1757. Buch 2., 30.
⁷⁵Bleichrodt 1830. Bd. 2., 153.
⁷⁶Vitruvius 1548, LXXX.
⁷⁷Vitruvius 1987, 328.
⁷⁸Alberti 1991, 157.
⁷⁹Daviler 1699, 342.
⁸⁰Keferstein 1776, 171.
⁸¹Belidor 1757. Buch 2., 2.
⁸²Angermann 1766, 234.
⁸³Helfenzrieder 1787, 142,167.
⁸⁴Dätzel 1785, 134.
⁸⁵Meinert 1797, 6,7.
⁸⁶Schmidt 1794, 13.
⁸⁷Hirt 1809, 36,162,164,165.
⁸⁸Stieglitz 1792. Bd. 2., 431.
⁸⁹Rommerdt 1828, 157.
⁹⁰Navier 1851, 142,144.
⁹¹Menzel 1847, 164.
⁹²Rudolph 1829, 103.
⁹³Milizia 1824. Bd. 3., 197.
⁹⁴Heigelin 1828, 59.
⁹⁵Linke 1850, 67,69.
⁹⁶Durand 1831. Bd. 1., 29.
⁹⁷Breymann 1856, 61.
⁹⁸Meerwein 1802, 10.
⁹⁹Silberschlag 1773, 266.
¹⁰⁰Helfenzrieder 1787, 142.
¹⁰¹Heigelin 1828, 66.
¹⁰²Rondelet 1835, 237,240.
¹⁰³Angermann 1766, 226.
¹⁰⁴Sax 1807, 55.
¹⁰⁵Elvius 1743, 269.
¹⁰⁶Milizia 1824. Bd. 3., 194.
¹⁰⁷Breymann 1856, 39.
¹⁰⁸Stieglitz 1792. Bd. 2., 425.
¹⁰⁹Gilly 1800 (1) Bd. 1., 207.
¹¹⁰Wolfram 1838, 112.
¹¹¹Meinert 1797, 39.
¹¹²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 207.
¹¹³Romberg 1838, 34.
¹¹⁴Linke 1850, 91.
¹¹⁵Menzel 1845, 45.
¹¹⁶Menzel 1866 (2), 1.
¹¹⁷Wolfram 1838, 43.
¹¹⁸Schinkel 1835, 6.
¹¹⁹Izzo 1773, 58.
¹²⁰Keferstein 1776, 171.
¹²¹Milizia 1824. Bd. 3., 194.
¹²²Milizia 1824. Bd. 3., 194.
¹²³Argues 1699, Sturm 1699, 140.
¹²⁴Rondelet 1835, 240.
¹²⁵Kosmann 1799, 21.

¹²⁶Daviler 1759, 243.
¹²⁷Daviler 1759, 243.
¹²⁸Meerwein 1802, 18, 19.
¹²⁹Kosmann 1799, 5,21.
¹³⁰Rondelet 1835, 240.
¹³¹Suckow 1781, 57.
¹³²Rudolph 1829, 98.
¹³³Suckow 1781, 57.
¹³⁴Milizia 1824. Bd. 3., 194.
¹³⁵Heigelin 1828, 74.
¹³⁶Stieglitz 1792. Bd. 2., 431.
¹³⁷Stieglitz 1792. Bd. 2., 246.
¹³⁸Meinert 1797, 7.
¹³⁹Meerwein 1802, 18.
¹⁴⁰Meerwein 1802, 18, 19.
¹⁴¹Meerwein 1802, 18, 19.
¹⁴²Leybald 1858, 27,28.
¹⁴³Leybald 1858, 4.
¹⁴⁴Rondelet 1834, 113.
¹⁴⁵Rondelet 1834, 39-44.
¹⁴⁶Rondelet 1834, 74.
¹⁴⁷Wolfram 1838, 116.
¹⁴⁸Wolfram 1838, 119.
¹⁴⁹Wolfram 1838, 117.
¹⁵⁰Wolfram 1838, 118.
¹⁵¹Daviler 1699, 342.
¹⁵²Maillard 1817. Bd. 1., VI.
¹⁵³Maillard 1817. Bd. 2., 93.
¹⁵⁴Meerwein 1802, 17.
¹⁵⁵Navier 1851, 144,146.
¹⁵⁶Rösling 1829, 38.
¹⁵⁷Crelle 1840 (1), 328.
¹⁵⁸Meerwein 1798, 74.
¹⁵⁹Meerwein 1802, 9.
¹⁶⁰Wolfram 1838, 112.
¹⁶¹Linke 1850, 68.
¹⁶²Hirt 1809, 167.
¹⁶³Sachs 1825, 112.
¹⁶⁴Heigelin 1828, 80.
¹⁶⁵Sachs 1825, 115.
¹⁶⁶Meinert 1797, 58.
¹⁶⁷Stieglitz 1792. Bd. 2., 432.
¹⁶⁸Meerwein 1798, 74.
¹⁶⁹Meerwein 1802, Einleitung 17.
¹⁷⁰Rommerdt 1828, 130.
¹⁷¹Heigelin 1828, 67,68, 69.
¹⁷²Breymann 1856, 65.
¹⁷³Daviler 1699, 344.
¹⁷⁴Daviler 1699, 342.
¹⁷⁵Hirt 1809, 165.
¹⁷⁶Menzel 1835, 307.
¹⁷⁷Romberg 1838, 34.
¹⁷⁸J.G.M. 1759, 161.
¹⁷⁹Winkelmann 1762, 12.
¹⁸⁰Romberg 1838, 34.
¹⁸¹Penther 1746-64. Bd. 2., 6.
¹⁸²Accum 1826. Bd. 1., 229.
¹⁸³Sturm 1699, 140.
¹⁸⁴Maillard 1817. Bd. 2., 217.
¹⁸⁵Zedler 1735, 1395.
¹⁸⁶Izzo 1773, 61.
¹⁸⁷Silberschlag 1773, 259.
¹⁸⁸Dätzel 1785, 130.
¹⁸⁹Suckow 1781, 58.
¹⁹⁰Maillard 1817. Bd. 2., 169, 170.
¹⁹¹Schmidt 1794, 13.
¹⁹²Helfenzrieder 1787, 176.

¹⁹³Eytelwein 1808. Bd. 2., 122.
¹⁹⁴Heigelin 1828, 76, 77.
¹⁹⁵Schmidt 1794, 10.
¹⁹⁶Maillard 1817. Bd. 1., 23.
¹⁹⁷Schmidt 1794, 10.
¹⁹⁸Silberschlag 1773, 268.
¹⁹⁹Meinert 1797, 25.
²⁰⁰Sax 1807, 56.
²⁰¹Krönitz 1802, 740.
²⁰²Helfenzrieder 1787, 142.
²⁰³Rommerdt 1828, 131.
²⁰⁴Daviler 1699, 342.
²⁰⁵Izzo 1773, 58.
²⁰⁶Friderici 1800, 78.
²⁰⁷Silberschlag 1773, 259.
²⁰⁸Redelykheid 1788, 34.
²⁰⁹Belidor 1757. Buch 2., 3.
²¹⁰Rondelet 1835, 255.
²¹¹Sax 1807, 58.
²¹²Maillard 1817. Bd. 2., 91.
²¹³Schübler 1735, 44.
²¹⁴Maillard 1817. Bd. 2., 215.
²¹⁵Belidor 1757. Buch 2., 34.
²¹⁶Daviler 1699, 342,344.
²¹⁷Reinhold 1784, 408.
²¹⁸Leupold 1726, 27.
²¹⁹Zedler 1735, 1393.
²²⁰Sturm 1745, 5.
²²¹Perrault 1757, 46.
²²²J.G.M. 1760, 49.
²²³Redelykheid 1788, 31.
²²⁴Stieglitz 1792. Bd. 1., 291.
²²⁵Gilly 1800 (1) Bd. 1., 206.
²²⁶Reinhold 1784, 407,408.
²²⁷Menzel 1835, 303.
²²⁸Newyahn 1837 (2), 221.
²²⁹Möllinger 1850 (1), 401.
²³⁰Maillard 1817. Bd. 1., 46, 47.
²³¹Rösling 1829, 33.
²³²Rondelet 1835, 238.
²³³Meinert 1797, 29.
²³⁴Silberschlag 1773, 274,284.
²³⁵Wolfram 1839, 78,79.
²³⁶Sax 1807, 58.
²³⁷Maillard 1817. Bd. 2., 90.
²³⁸Silberschlag 1773, 274.
²³⁹Dätzel 1785, 129.
²⁴⁰Eytelwein 1808. Bd. 2., 124.
²⁴¹Maillard 1817. Bd. 2., 90.
²⁴²Büsch 1800, 156.
²⁴³Silberschlag 1773, 274.
²⁴⁴Rondelet 1834, 116.
²⁴⁵Lohmeyer 1843, 207.
²⁴⁶Büsch 1800, 156.
²⁴⁷Maillard 1817. Bd. 1., 46, 47.
²⁴⁸Rösling 1829, 33.
²⁴⁹Krönitz 1788, 341.
²⁵⁰Izzo 1773, 62.
²⁵¹Silberschlag 1773, 285, 286.
²⁵²Milizia 1824. Bd. 3., 200.
²⁵³Maillard 1817. Bd. 2., 90.
²⁵⁴Dätzel 1785, 129.

- Eytelwein 1808. Bd. 2., 124.
 Maillard 1817. Bd. 2., 90.
 Büsch 1800, 156.
 Silberschlag 1773, 274.
 Rondelet 1834, 116.
 Lohmeyer 1843, 207.
¹⁰³Silberschlag 1773, 257.
¹⁰⁴Stieglitz 1792. Bd. 2., 431.
 Meinert 1797, 21.
¹⁰⁵Meerwein 1802, Einleitung 18.
¹⁰⁶Lohmeyer 1843, 209.
 Rösling 1829, 1.
 Straub 1992, 89, 95, 100, 103-105.
¹⁰⁷Rondelet 1835, 237.
¹⁰⁸Milizia 1824. Bd. 3., 199.
¹⁰⁹Espie 1760, 17.
¹¹⁰Meerwein 1802, 76.
¹¹¹Rommerdt 1828, 137.
 Izzo 1773, 9.
 Keferstein 1776, 172.
 Krünitz 1788, 341.
 Navier 1851, 138, 139, 145.
¹¹²Hoffmann 1844, 293.
¹¹³Meerwein 1802, 76.
¹¹⁴Meerwein 1802, 77.
¹¹⁵Milizia 1824. Bd. 3., 197.
¹¹⁶Izzo 1773, 9.
¹¹⁷Eytelwein 1808. Bd. 2., 125.
 Rondelet 1835, 323.
¹¹⁸Meinert 1797, 26.
¹¹⁹Maillard 1817. Bd. 1., 38.
 Heigelin 1828, 82.
¹²⁰Maillard 1817. Bd. 1., XII.
 Silberschlag 1773, 259.
 Heigelin 1828, 66.
 Kosmann 1799, 7, 8.
 Menzel 1847, 171.
 Schübler 1735, 59.
 Eytelwein 1808. Bd. 2., 122.
¹²¹Maillard 1817. Bd. 2., 87.
 Rudolph 1829, 90.
 Menzel 1847, 171.
 Sachs 1825, 90.
 Sax 1807, 57, 58.
 Meerwein 1802, 14, 16.
 Kosmann 1799, 8.
 Büsch 1800, 156.
 Suckow 1781, 58.
 Heigelin 1828, 83.
 Gilly 1806, 82.
¹²²Meerwein 1802, 16, 17.
¹²³Helfenzrieder 1787, 142.
 Huth 1787, 17.
 Huth 1795, 57.
 Meerwein 1802, 11.
¹²⁴Maillard 1817. Bd. 1., XII.
¹²⁵Meerwein 1798, 74.
 Meerwein 1802, 13.
 Breymann 1856, 204.
¹²⁶Meerwein 1802, 10, 11.
¹²⁷Meerwein 1802, 11.
 Meerwein 1798, 74, 75.
- ¹²⁸Meerwein 1798, 75.
 Meerwein 1802, 5, 10.
¹²⁹Sachs 1825, 94, 95.
¹³⁰Menzel 1847, 44.
¹³¹Menzel 1847, 43.
 Romberg 1838, 48.
¹³²Menzel 1835, 302.
 Menzel 1847, 157, 158, 163.
 Menzel 1866 (2), 3.
 Linke 1850, 74.
 Hart 1965, 17.
 Romberg 1838, 45.
 Linke 1850, 73.
 Breymann 1856, 59, 77.
¹³³Rondelet 1834, 109.
¹³⁴Hart 1965, 17.
 Rondelet 1835, 295.
¹³⁵Menzel 1866 (2), 3.
¹³⁶Breymann 1856, 75.
¹³⁷Breymann 1856, 75.
¹³⁸Moller 1844. Heft VII., 4.
¹³⁹Linke 1850, 96.
¹⁴⁰Romberg 1838, 34.
 Menzel 1835, 301.
 Menzel 1847, 157, 158.
 Menzel 1866 (2), 2.
 Linke 1850, 101.
¹⁴¹Linke 1850, 93.
¹⁴²Linke 1850, 105.
 Breymann 1856, 75.
¹⁴³Schmidt 1794, 16.
 Maillard 1817. Bd. 2., 261.
 Rondelet 1834, 111.
 Friderici 1800, 83.
¹⁴⁴Helfenzrieder 1787, 150.
 Krünitz 1802, 739.
 Maillard 1817. Bd. 2., 101.
 Sachs 1825, 95.
 Menzel 1847, 178.
 Bleichrodt 1848, 152.
¹⁴⁵Helfenzrieder 1787, 150.
¹⁴⁶Bode 1804, 73.
¹⁴⁷Wolfram 1818, 190.
¹⁴⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 147.
¹⁴⁹Krünitz 1802, 739.
¹⁵⁰Schmidt 1794, 16.
¹⁵¹Wolfram 1818, 190.
 Helfenzrieder 1787, 150.
¹⁵²Borheck 1792, 100.
¹⁵³Rondelet 1834, 322.
¹⁵⁴Espie 1760, 12.
¹⁵⁵Helfenzrieder 1787, 164.
¹⁵⁶Espie 1760, 12.
¹⁵⁷Maillard 1817. Bd. 2., 224.
 Helfenzrieder 1787, 150.
¹⁵⁸Navier 1851, 148, 149.
¹⁵⁹Rudolph 1829, 98.
 Wolfram 1818, 190.
 Menzel 1847, 173.
 Milizia 1824. Bd. 3., 226.
 Durand 1831. Bd. 1., 29.
 Breymann 1856, 204.
¹⁶⁰Navier 1851, 150.
¹⁶¹Meinert 1797, 26.
¹⁶²Helfenzrieder 1787, 150.
 Krünitz 1802, 739.
- ¹⁶³Borheck 1792, 100.
¹⁶⁴Bode 1804, 73.
 Wolfram 1838, 123.
¹⁶⁵Maillard 1817. Bd. 2., 281.
¹⁶⁶Helfenzrieder 1787, 150.
¹⁶⁷Borheck 1792, 95.
 Milizia 1824. Bd. 3., 226.
 Rudolph 1829, 98.
 Durand 1831. Bd. 1., 29.
 Rondelet 1834, 116.
¹⁶⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 147.
¹⁶⁹Triest 1809. Bd. 1., 126.
¹⁷⁰Borheck 1792, 94.
¹⁷¹Sachs 1825, 95.
¹⁷²Anweisung 1827, 28, 29.
¹⁷³Rommerdt 1828, 130.
 Breymann 1856, 204.
 Menzel 1847, 173.
 Navier 1851, 156.
¹⁷⁴Eytelwein 1808. Bd. 2., 218.
 Gilly 1806, 90.
¹⁷⁵Meinert 1797, 27.
¹⁷⁶Kosmann 1799, 8.
¹⁷⁷Breymann 1856, 203.
¹⁷⁸Silberschlag 1773, 268.
 Meinert 1797, 25.
¹⁷⁹Suckow 1781, 60.
 Silberschlag 1773, 270.
 Rösling 1829, 2.
 Kosmann 1799, 8, 17.
 Milizia 1824. Bd. 3., 201.
 Meinert 1797, 26.
 Gilly 1806, 82.
 Rommerdt 1828, 130.
 Maillard 1817. Bd. 1., XII.
 Rondelet 1834, 111.
 Lohmeyer 1843, 207.
¹⁸⁰Rommerdt 1828, 130.
 Breymann 1856, 204.
¹⁸¹Lohmeyer 1843, 208.
¹⁸²Dätzel 1785, 150, 153.
¹⁸³Silberschlag 1773, 266.
 Kosmann 1799, 8.
 Maillard 1817. Bd. 2., 86, 87.
 Sax 1807, 57.
 Heigelin 1828, 82.
 Navier 1851, 157.
¹⁸⁴Rondelet 1835, 243, 244.
¹⁸⁵Hatzel 1849, 144.
¹⁸⁶Maillard 1817. Bd. 1., 51.
 Maillard 1817. Bd. 2., 157.
 Rondelet 1835, 255.
¹⁸⁷Navier 1851, 144.
¹⁸⁸Meerwein 1802, 14.
¹⁸⁹Meinert 1797, 25.
 Maillard 1817. Bd. 1., 53.
¹⁹⁰Navier 1851, 154.
¹⁹¹Maillard 1817. Bd. 1., 53.
 Rondelet 1835, 255.
 Breymann 1856, 204.
¹⁹²Heigelin 1828, 76, 77.
 Breymann 1856, 204.
¹⁹³Sax 1807, 33.
 Breymann 1856, 67.
- Lohmeyer 1843, 207.
¹⁹⁴Huth 1790, 27.
 Sachs 1825, 93.
 Heigelin 1828, 83.
 Maillard 1817. Bd. 1., III.
 Maillard 1817. Bd. 2., 194-196.
 Menzel 1847, 159, 160.
¹⁹⁵Rondelet 1835, 239.
 Maillard 1817. Bd. 1., 38, 50.
 Lohmeyer 1843, 208.
¹⁹⁶Rondelet 1835, 243, 244.
 Maillard 1817. Bd. 1., 33-38, 51.
 Maillard 1817. Bd. 2., 169, 170.
¹⁹⁷Rondelet 1835, 241, 242.
¹⁹⁸Meinert 1796, 141.
 Meinert 1797, 32.
 Rosenthal 1830, 304.
 Krünitz 1788, 345-351.
 Goldmann 1699. Buch 3., 119.
 Keferstein 1776, 172.
¹⁹⁹Maillard 1817. Bd. 1., XVI. 53, 54, 58, 65.
²⁰⁰Lohmeyer 1843, 208, 209.
 Navier 1851, 153.
 Eytelwein 1808. Bd. 2., 124.
²⁰¹Maillard 1817. Bd. 2., 86, 87.
 Lohmeyer 1843, 207.
 Navier 1851, 148, 149.
²⁰²Navier 1851, 138.
²⁰³Maillard 1817. Bd. 2., 88.
²⁰⁴Maillard 1817. Bd. 1., III, 38.
²⁰⁵Vitruvius 1548, CXLII.
 Goldmann 1699. Buch 3., 119.
 Sturm 1699, 141.
²⁰⁶Linke 1850, 105.
 Rondelet 1834, 333.
²⁰⁷Winkelmann 1762, 9, 10.
²⁰⁸Keferstein 1776, 172.
 Winkelmann 1762, 9, 10.
 Navier 1851, 147.
 Succov 1751, 45.
 Suckow 1781, 58.
 Ziegler 1776, 12.
 Meinert 1796, 141.
 Meinert 1797, 51, 56, 57.
 Meerwein 1802, 76.
 Triest 1809. Bd. 1., 318, 319.
 Dietlein 1823, 59.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 132, 141.
 Rommerdt 1828, 129.
 Apfalterm 1782, Vorbericht. 1-3.
 Dätzel 1785, 129.
 Eytelwein 1808. Bd. 2., 125.
 Heigelin 1828, 85.
 Hoffmann 1844, 293.
 Milizia 1824. Bd. 3., 197.
 Maillard 1817. Bd. 1., IV.

- Gilly 1800 (1). Bd. 1., 244.
 Rondelet 1834, 112.
 Rondelet 1835, 255, 261, 262.
 Heigelin 1828, 66.
 Laugier 1758, 112.
 Menzel 1847, 43, 171, 179.
 Breymann 1856, 203.
²⁰⁹Rondelet 1834, 315.
 Menzel 1847, 43, 44, 179.
 Meinert 1796, 141.
 Meinert 1797, 51.
 Triest 1809. Bd. 1., 318, 319.
 Hoffmann 1845, 167.
 Wolfram 1838, 122.
 Maillard 1817. Bd. 2., 279.
 Romberg 1838, 48.
²¹⁰Rondelet 1834, 315.
²¹¹Meerwein 1802, Einleitung 19.
 Milizia 1824. Bd. 3., 199.
 Rondelet 1835, 255.
²¹²Keferstein 1776, 172.
 Succov 1751, 45.
 Suckow 1781, 58.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 141.
 Rommerdt 1828, 129.
²¹³Menzel 1844 (1), 240.
²¹⁴Sturm 1699, 141.
 Leupold 1726, 89.
²¹⁵Dätzel 1785, 135.
 Sachs 1825, 90.
 Maillard 1817. Bd. 2., 157.
 Schmidt 1794, 12.
 Linke 1850, 68.
²¹⁶Schübler 1735, 41.
 Schmidt 1794, 16.
 Patte 1769, Plan V.
 Rondelet 1835, 255, 256.
²¹⁷Rudolph 1829, 98.
²¹⁸Hirt 1809, 168.
²¹⁹Dätzel 1785, 136, 137.
²²⁰Rondelet 1835, 256.
 Heigelin 1828, 85.
 Rommerdt 1828, 130.
 Gilly 1806, 82.
 Maillard 1817. Bd. 2., 225.
 Navier 1851, 138, 154.
 Bleichrodt 1848, 150.
 Breymann 1856, 204.
²²¹Maillard 1817. Bd. 2., 156.
²²²Breymann 1856, 204, 205.
²²³Menzel 1847, 179.
²²⁴Menzel 1844 (1), 240.
²²⁵Wolfram 1838, 122.
 Menzel 1847, 179.
²²⁶Romberg 1837, 62.
 Rondelet 1834, 318.
²²⁷Breymann 1856, 61.
²²⁸Krönitz 1796, 224.
²²⁹Meinert 1797, 46.
 Wolfram 1818, 191.
²³⁰Wolfram 1818, 195.
 Wolfram 1838, 122.
 Gilly 1795, 94, 95.
 Hirt 1809, 169.
 Accum 1826. Bd. 1., 229.
 Meinert 1797, 46.
- J.G.M. 1759, 161.
 Winkelman 1762, 12.
²³¹Gilly 1795, 94, 95, 98.
²³²Sturm 1699. I. Ausüb., 141.
²³³Sax 1807, 55, 56, 64.
²³⁴Silberschlag 1773, 259.
 Maillard 1817. Bd. 1., IV.
 Maillard 1817. Bd. 2., 200.
²³⁵Huth 1790, 27.
²³⁶Meinert 1797, 46.
 Hirt 1809, 165.
 Heigelin 1828, 66.
²³⁷Stieglitz 1792. Bd. 2., 433.
²³⁸Sturm 1699, 140.
 Breymann 1856, 67.
 Zedler 1735, 1396.
²³⁹Maillard 1817. Bd. 1., XII.
 Helfenzrieder 1787, 142.
 Silberschlag 1773, 259.
 Sax 1807, 58.
 Menzel 1847, 162.
²⁴⁰Helfenzrieder 1787, 168.
²⁴¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 207.
 Sax 1807, 58.
 Dätzel 1785, 154.
 Romberg 1838, 34.
 Menzel 1866 (2), 7.
²⁴²Rondelet 1835, 336, 337.
²⁴³Silberschlag 1773, 275.
²⁴⁴Anweisung 1827, 24.
²⁴⁵Maillard 1817. Bd. 1., XII, XV.
²⁴⁶Linke 1850, 92.
 Rondelet 1835, 344.
 Breymann 1856, 66.
²⁴⁷Helfenzrieder 1787, 143.
 Linke 1850, 92.
 Menzel 1847, 159, 160, 162.
 Menzel 1866 (2), 6.
 Menzel 1835, 307, 308.
 Romberg 1838, 34.
²⁴⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 130.
²⁴⁹Silberschlag 1773, 259.
 Meerwein 1802, 5.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 131.
²⁵⁰Wolfram 1838, 112.
 Wolfram 1818, 182.
 Eytelwein 1808. Bd. 2., 123.
 Navier 1851, 138.
 Kosmann 1799, 11.
 Rommerdt 1828, 128.
 Meerwein 1802, 9.
²⁵¹Kosmann 1799, 11.
²⁵²Eytelwein 1808. Bd. 2., 123.
²⁵³Voch 1782, 52.
²⁵⁴Anweisung 1827, 18.
²⁵⁵Kosmann 1799, 20.
 Hirt 1809, 165.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 130, 132.
 Rondelet 1835, 254.
 Breymann 1856, 205.
²⁵⁶Sturm 1699, 137.
- Angermann 1766, 225.
 Zedler 1735, 1396.
 Meinert 1797, 22.
 Helfenzrieder 1787, 147, 149.
 Krönitz 1788, 341.
 Milizia 1824. Bd. 3., 220.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 433.
 Kosmann 1799, 15.
 Sachs 1825, 94.
 Belidor 1757. Buch 2., 30.
 Durand 1831. Bd. 1., 29.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 132.
 Rommerdt 1828, 131.
 Rondelet 1834, 109.
²⁵⁷Apfaltern 1782, 153.
²⁵⁸Hirt 1809, 168.
 Rondelet 1835, 255.
 Menzel 1847, 184.
²⁵⁹Crelle 1840 (1), 318.
²⁶⁰Kosmann 1799, 20.
²⁶¹Meerwein 1802, 60.
²⁶²Berson 1797, 119.
 Sax 1807, 46.
 Dalberg 1792, 23.
 Izzo 1773, 66.
 Menzel 1835, 306.
 Penther 1746-64. Bd. 2., 17.
 Rommerdt 1828, 127, 142, 143.
 Maillard 1817. Bd. 2., 193.
 Manger 1785, 146.
 Meerwein 1802, 73.
 Milizia 1824. Bd. 3., 215.
 Hirt 1809, 165.
 Krönitz 1788, 341.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 130.
 Helfenzrieder 1787, 149.
 Kosmann 1799, 20.
 Schinkel 1835, 5.
 Crelle 1840 (1), 301.
²⁶³Meinert 1797, 14.
 Rommerdt 1828, 142.
²⁶⁴Rommerdt 1828, 143.
 Krönitz 1788, 341.
 Milizia 1824. Bd. 3., 215.
 Rondelet 1835, 276.
²⁶⁵Manger 1785, 146.
 Hirt 1809, 165.
 Dalberg 1792, 23.
 Meerwein 1802, 73.
 Heigelin 1828, 74.
 Meinert 1797, 14.
 Rommerdt 1828, 127.
²⁶⁶Meinert 1797, 14.
 Heigelin 1828, 74.
 Menzel 1847, 165.
²⁶⁷Penther 1746-64. Bd. 2., 17.
 Silberschlag 1773, 269.
 Helfenzrieder 1787, 149.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
 Meinert 1797, 14.
²⁶⁸Silberschlag 1773, 269.
²⁶⁹Hirt 1809, 165.
²⁷⁰Manger 1785, 146.
 Rommerdt 1828, 127.
²⁷¹Menzel 1847, 165.
²⁷²Succov 1751, 42, 43.
 Suckow 1781, 57.
- Krönitz 1788, 341.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 130.
²⁷³Meinert 1797, 5.
²⁷⁴Manger 1785, 146.
²⁷⁵Rommerdt 1828, 127, 142, 143.
²⁷⁶Rondelet 1835, 276.
²⁷⁷Rondelet 1835, 276.
²⁷⁸Peschken 1799, 52.
²⁷⁹Sachs 1825, 108.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 130.
²⁸⁰Penther 1746-64. Bd. 2., 17.
 Krönitz 1788, 341.
 Stieglitz 1792. Bd. 1., 291.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 130.
 Milizia 1824. Bd. 3., 215.
 Heigelin 1828, 74.
²⁸¹Helfenzrieder 1787, 149.
²⁸²Ziegler 1776, 19.
 Milizia 1824. Bd. 3., 215.
 Rommerdt 1828, 142.
 Rondelet 1835, 276.
²⁸³Berson 1797, 119.
²⁸⁴Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
²⁸⁵Rondelet 1835, 276.
²⁸⁶Rondelet 1835, 276.
²⁸⁷Drake 1742, 4.
 Sturm 1911, 143, 145.
 Wieleitner 1911, 224, 226-229.
²⁸⁸Elvius 1743, 265.
 Dätzel 1785, 139.
 Polhem 1739, 191.
 Huth 1790, 26, 27.
 Schmidt 1794, 10.
²⁸⁹Silberschlag 1773, 263.
 Heigelin 1828, 73.
²⁹⁰Drake 1742, 7.
 Tappe 1821, 13.
²⁹¹Elvius 1743, 269.
 Silberschlag 1773, 259, 270, 285.
 Hirt 1809, 166.
²⁹²Apfaltern 1782, 161.
 Silberschlag 1773, 259.
 Kosmann 1799, 21.
²⁹³Hirt 1809, 166.
 Maillard 1817. Bd. 1., 24.
²⁹⁴Apfaltern 1782, 161.
 Helfenzrieder 1787, 147.
²⁹⁵Apfaltern 1782, 153, 161.
 Kosmann 1799, 21, 22, 23.
 Hirt 1809, 165.
²⁹⁶Meinert 1797, 30.
²⁹⁷Apfaltern 1782, 161.
 Helfenzrieder 1787, 147.
 Grison 1798, 62.
²⁹⁸Hirt 1809, 165.
²⁹⁹Meinert 1797, 25.
³⁰⁰Büsch 1800, 167, 168.
 Hatzel 1849, 142.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 435.
 Suckow 1781, 62.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 433, 436.
 Schmidt 1794, 13.
 Silberschlag 1773, 271.

Meinert 1797, 23.
 Kosmann 1799, 10.
 Sax 1807, 54.
 Triest 1809. Bd. 2., 412.
 Rondelet 1834, 79.
 Sachs 1825, 137, 138.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 135.
³⁰¹ Helfenzrieder 1787, 145.
³⁰² Helfenzrieder 1787, 147.
 Gilly 1806, 90.
³⁰³ Silberschlag 1773, 259.
³⁰⁴ Drake 1742, 9.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 433.
 Schmidt 1794, 13.
³⁰⁵ Belidor 1757. Buch 2., 36.
 Silberschlag 1773, 262.
 Büsch 1800, 167.
 Helfenzrieder 1787, 145.
 Schmidt 1794, 13.
 Kosmann 1799, 10.
 Sax 1807, 54.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 135.
 Milizia 1824. Bd. 3., 229.
³⁰⁶ Silberschlag 1773, 262.
 Helfenzrieder 1787, 145.
 Polhem 1742, 138.
 Schmidt 1794, 10.
³⁰⁷ Elvius 1743, 252.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 433.
 Polhem 1742, 138.
 Rondelet 1834, 80-82.
³⁰⁸ Silberschlag 1773, 261.
 Helfenzrieder 1787, 146.
³⁰⁹ Linke 1850, 67.
 Maillard 1817. Bd. 1., 66.
³¹⁰ Silberschlag 1773, 262.
³¹¹ Meinert 1797, 21.
³¹² Elvius 1743, 251, 252.
 Suckow 1781, 62.
 Meinert 1797, 21.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 135.
 Graefe 1983, 5, 6.
 Graefe 1986, 52, 53, 56.
 Straub 1992, 116.
 Mislin 1988, 194.
³¹³ Graefe 1986, 56.
³¹⁴ Helfenzrieder 1787, 146.
 Meinert 1797, 6.
³¹⁵ Helfenzrieder 1787, 146.
 Sax 1807, 54.
³¹⁶ Rommerdt 1828, 126.
³¹⁷ Büsch 1800, 167, 168.
³¹⁸ Meerwein 1802, 193.
 Kosmann 1799, 16.
 Apfaltern 1782, 155.
³¹⁹ Kosmann 1799, 15.
 Apfaltern 1782, 161.
³²⁰ Elvius 1743, 266.
³²¹ Elvius 1743, 269.
³²² Hirt 1809, 166.
³²³ Meerwein 1802, 195.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 435.
 Sachs 1825, 138.
³²⁴ Silberschlag 1773, 265.

³²⁵ Stieglitz 1792. Bd. 2., 435.
³²⁶ Stieglitz 1792. Bd. 2., 435.
 Helfenzrieder 1787, 147.
 Meinert 1797, 25.
 Triest 1809. Bd. 2., 412.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 135.
 Rondelet 1834, 79.
³²⁷ Anweisung 1827, 14.
³²⁸ Stieglitz 1792. Bd. 2., 435.
³²⁹ Kosmann 1799, 16.
³³⁰ Elvius 1743, 253.
³³¹ Silberschlag 1773, 264.
 Triest 1809. Bd. 2., 412.
³³² Büsch 1800, 169.
³³³ Büsch 1800, 170, 171.
³³⁴ Rondelet 1834, 79.
³³⁵ Tappe 1821, 12, 13, 14.
 Graefe 1983, 8.
 Mislin 1988, 195.
³³⁶ Sachs 1825, 107.
³³⁷ Kosmann 1799, 16.
 Belidor 1757. Buch 2., 37.
 Wolfram 1839, 80.
³³⁸ Rondelet 1834, 83.
³³⁹ Polhem 1742, 139.
³⁴⁰ Meinert 1797, 24.
 Silberschlag 1773, 265.
³⁴¹ Schmidt 1794, 14.
 Rommerdt 1828, 142.
 Keferstein 1776, 170.
 Maillard 1817. Bd. 1., 73.
 Sachs 1825, 107.
 Romberg 1838, 45, 46.
 Menzel 1845, 46.
 Menzel 1847, 204.
³⁴² Rondelet 1835, 323.
³⁴³ Angermann 1766, 222.
 Helfenzrieder 1787, 148.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 249.
³⁴⁴ Krünitz 1788, 343.
 Izzo 1773, 65.
 Menzel 1835, 304.
 Sachs 1825, 107.
 Navier 1851, 169.
 Menzel 1847, 205.
 Keferstein 1776, 170.
 Schmidt 1794, 12.
 Heigelin 1828, 72.
 Rudolph 1829, 97.
 Rondelet 1835, 322, 323.
³⁴⁵ Crelle 1843, 15.
³⁴⁶ Gilly 1806, 90.
³⁴⁷ Graefe 1986, 59.
³⁴⁸ Sachs 1825, 160.
³⁴⁹ Sachs 1825, 146-149, 153.
³⁵⁰ Sachs 1825, 140.
³⁵¹ Sachs 1825, 165.
³⁵² Sachs 1825, 159.
³⁵³ Silberschlag 1773, 265.
 Graefe 1986, 58.
³⁵⁴ Menzel 1847, 185.
³⁵⁵ Maillard 1817. Bd. 1., 74.
³⁵⁶ Maillard 1817. Bd. 1., 78.
³⁵⁷ Maillard 1817. Bd. 1., 73.
³⁵⁸ Crelle 1840 (1), 315, 332.
 Menzel 1835, 304.

Menzel 1845, 45, 46.
³⁵⁹ Krünitz 1788, 343.
 Gilly 1806, 83.
 Ziegler 1776, 19.
 Maillard 1817. Bd. 1., 78.
 Rondelet 1835, 313.
³⁶⁰ Succov 1751, 45.
 Suckow 1781, 63.
 Lange 1779, 148.
 Schmidt 1794, 14.
 Bode 1804, 72.
 Rudolph 1829, 100.
 Schinkel 1835, 6.
 Menzel 1847, 200.
 Wolfram 1818, 200.
³⁶¹ Krünitz 1788, 335.
 Rommerdt 1828, 141.
³⁶² Maillard 1817. Bd. 1., 78.
³⁶³ Maillard 1817. Bd. 3., 420.
³⁶⁴ Crelle 1840 (1), 301.
³⁶⁵ Rommerdt 1828, 143.
³⁶⁶ Breymann 1856, 78.
³⁶⁷ Leybald 1858, 28.
³⁶⁸ Rondelet 1835, 344.
³⁶⁹ Kosmann 1799, 10.
 Rösling 1829, 2.
³⁷⁰ Menzel 1866 (2), 5.
³⁷¹ Bleichrodt 1848, 162.
³⁷² Angermann 1766, 234.
³⁷³ Silberschlag 1773, 285.
 Meinert 1797, 29.
³⁷⁴ Silberschlag 1773, 274.
³⁷⁵ Navier 1851, 402.
³⁷⁶ Eytelwein 1808. Bd. 2., 131.
³⁷⁷ Kosmann 1799, 10.
 Navier 1851, 402.
³⁷⁸ Meerwein 1802, 9.
³⁷⁹ Kosmann 1799, 11.
³⁸⁰ Navier 1851, 401, 402.
³⁸¹ Krünitz 1788, 341.
³⁸² Sax 1807, 56.
 Breymann 1856, 204.
 Menzel 1866 (2), 4.
 Rondelet 1834, 112.
³⁸³ Hatzel 1849, 154.
³⁸⁴ Sturm 1699, 141.
 Menzel 1835, 307.
³⁸⁵ Daviler 1699, 342.
³⁸⁶ Kosmann 1799, 16.
 Dätzel 1785, 129.
³⁸⁷ Kosmann 1799, 17.
 Dätzel 1785, 150.
 Rudolph 1829, 103.
 Wolfram 1839, 118-149.
 Hatzel 1849, 133.
³⁸⁸ Belidor 1757. Buch 2., 36.
 Schmidt 1794, 13.
 Crelle 1840 (2), 373.
³⁸⁹ Maillard 1817. Bd. 1., 58.
 Dätzel 1785, 150.
³⁹⁰ Kosmann 1799, 5.
 Lohmeyer 1843, 207.
³⁹¹ Kosmann 1799, 5, 7.
 Hoffmann 1844, 289.
³⁹² Rudolph 1829, 89, 103.
 Lohmeyer 1843, 207.
 Maillard 1817. Bd. 1., X.
 Milizia 1824. Bd. 3., 202.
 Kosmann 1799, 7, 20.
 Navier 1851, 138.
 Friderici 1800, 78.

Eytelwein 1808. Bd. 2., 124.
 Rondelet 1835, 240.
³⁹³ Hoffmann 1844, 290.
³⁹⁴ Lohmeyer 1843, 207, 208.
 Büsch 1800, 166, 167.
³⁹⁵ Rondelet 1835, 237.
³⁹⁶ Meerwein 1802, 77.
 Maillard 1817. Bd. 2., 114-130, 134, 135.
³⁹⁷ Goldmann 1699. Buch 3., 119.
 Manger 1785, 147.
 Bode 1804, 73, 74.
 Wolfram 1818, 192.
 Wolfram 1838, 122.
 Menzel 1847, 179.
³⁹⁸ Meinert 1797, 74.
³⁹⁹ Meinert 1797, 46.
⁴⁰⁰ Belidor 1757. Buch 2., 3.
 Keferstein 1776, 172.
 Manger 1785, 147.
 Meinert 1797, 53.
 Bode 1804, 73, 74.
 Triest 1809. Bd. 2., 410.
⁴⁰¹ Manger 1785, 148.
 Bode 1804, 73, 74.
 Triest 1809. Bd. 2., 411.
 Romberg 1838, 35.
 Wedeke 1849, 83.
⁴⁰² Helfenzrieder 1787, 148.
⁴⁰³ Friderici 1800, 78.
 Wolfram 1838, 109.
⁴⁰⁴ Sachs 1825, 98.
⁴⁰⁵ Heigelin 1828, 66.
⁴⁰⁶ Wittig 1830, 213.
 Linke 1850, 68.
⁴⁰⁷ Eytelwein 1808. Bd. 2., 124, 131.
⁴⁰⁸ Eytelwein 1808. Bd. 2., 126.
⁴⁰⁹ Heigelin 1828, 66.
⁴¹⁰ Silberschlag 1773, 276.
⁴¹¹ Schmidt 1794, 13.
⁴¹² Daviler 1699, 341.
 J.G.M. 1759, 106.
⁴¹³ Sturm 1699, 141.
⁴¹⁴ Angermann 1766, 226.
⁴¹⁵ Stieglitz 1792. Bd. 2., 431.
 Meinert 1797, 20.
⁴¹⁶ Schmidt 1794, 14.
 Bleichrodt 1848, 156.
⁴¹⁷ Kosmann 1799, 11.
 Meerwein 1802, 14.
⁴¹⁸ Schmidt 1794, 15.
⁴¹⁹ Keferstein 1776, 172.
 Rudolph 1829, 97.
 Rösling 1829, 3.
 Kosmann 1799, 11.
 Silberschlag 1773, 258.
 Eytelwein 1808. Bd. 2., 134-136.
 Angermann 1766, 231.
 Suckow 1781, 58.
 Helfenzrieder 1787, 147, 149.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 141.
 Bleichrodt 1848, 149.
⁴²⁰ Helfenzrieder 1787, 149.
⁴²¹ Menzel 1866 (2), 3.

- ⁴²²Goldmann 1699. Buch 3., 115.
Maillard 1817. Bd. 2., 215.
Anweisung 1827, 18.
⁴²³Anweisung 1827, 20.
Meinert 1797, 28.
Tappe 1818, 19.
Krünitz 1788, 343.
Schinkel 1835, 3.
⁴²⁴Maillard 1817. Bd. 2., 88.
⁴²⁵Borheck 1792, 93.
Huth 1795, 58.
Meerwein 1802, Einleitung 19.
Triest 1809. Bd. 2., 412.
Rondelet 1835, 299.
⁴²⁶Rösling 1829, 3.
⁴²⁷Suckow 1781, 59.
Meinert 1797, 28.
Izzo 1773, 65.
Meerwein 1798, 75.
Meinert 1797, 28.
Maillard 1817. Bd. 2., 214.
Bleichrodt 1848, 151.
⁴²⁸Helfenzrieder 1787, 147, 148.
⁴²⁹Huth 1795, 58.
Meinert 1797, 28.
Triest 1809. Bd. 2., 412.
Rudolph 1829, 105.
⁴³⁰Meinert 1797, 28.
⁴³¹Anweisung 1827, 18.
⁴³²Leopold 1759, 127.
⁴³³Berson 1804, 56.
⁴³⁴Triest 1809. Bd. 2., 412.
Rommerdt 1828, 132.
⁴³⁵Krünitz 1788, 343.
⁴³⁶Silberschlag 1773, 258.
Meerwein 1798, 78.
⁴³⁷Maillard 1817. Bd. 2., 215.
⁴³⁸Rondelet 1834, 117, 118.
⁴³⁹Rondelet 1834, 112.
⁴⁴⁰Rondelet 1835, 255.
Menzel 1847, 181, 184.
⁴⁴¹Menzel 1847, 179, 181, 184.
⁴⁴²Gilly 1806, 83.
Rondelet 1834, 111.
Breyman 1856, 204.
⁴⁴³Gilly 1806, 83.
⁴⁴⁴Triest 1809. Bd. 2., 412.
⁴⁴⁵Borheck 1792, 93.
⁴⁴⁶Menzel 1847, 181, 184.
⁴⁴⁷Anweisung 1827, 20.
⁴⁴⁸Krünitz 1788, 343.
⁴⁴⁹Schinkel 1835, 3.
Romberg 1838, 27.
Linke 1850, 68.
⁴⁵⁰Succov 1751, 44.
⁴⁵¹Dätzel 1785, 135.
Helfenzrieder 1787, 149.
Meinert 1796, 253.
Meinert 1797, 22.
Lange 1779, 148.
⁴⁵²Meinert 1797, 27-28.
⁴⁵³Milizia 1824. Bd. 3., 227.
⁴⁵⁴Milizia 1824. Bd. 3., 226.
⁴⁵⁵Menzel 1847, 181.
⁴⁵⁶Anweisung 1827, 18.
Rommerdt 1828, 131.
Rudolph 1829, 105.
Meerwein 1798, 78.
- Maillard 1817. Bd. 2., 214, 215.
⁴⁵⁷Wolfram 1839, 80.
⁴⁵⁸Rudolph 1829, 105.
⁴⁵⁹Helfenzrieder 1787, 148.
⁴⁶⁰Lange 1779, 148.
Huth 1787, 18.
⁴⁶¹Leybald 1858, 5.
⁴⁶²Meinert 1797, 22.
Helfenzrieder 1787, 140.
Rommerdt 1828, 128.
Menzel 1847, 171.
⁴⁶³Triest 1809. Bd. 2., 412.
⁴⁶⁴Schmidt 1794, 10.
Breyman 1856, 209.
⁴⁶⁵Leopold 1759, 132.
Rudolph 1829, 90.
Breyman 1856, 209.
⁴⁶⁶Gernrath 1825. Bd. 1., 131.
⁴⁶⁷Gernrath 1825. Bd. 1., 131.
⁴⁶⁸Triest 1809. Bd. 2., 412.
⁴⁶⁹Schübler 1735, 41.
Angermann 1766, 219.
Huth 1787, 17.
Dätzel 1785, 157.
Bleichrodt 1848, 149.
⁴⁷⁰Romberg 1838, 34.
⁴⁷¹Huth 1795, 57.
Wolfram 1818, 182.
Heigelin 1828, 83.
⁴⁷²Schmidt 1794, 16.
Krünitz 1802, 737, 738.
⁴⁷³Keferstein 1776, 172.
Suckow 1781, 58.
Gernrath 1825. Bd. 1., 141.
Milizia 1824. Bd. 3., 200.
Menzel 1847, 175.
Rudolph 1829, 97.
Rommerdt 1828, 129, 130.
Bleichrodt 1848, 148, 149.
⁴⁷⁴Huth 1787, 17.
Izzo 1773, 62.
Sax 1807, 56.
Wolfram 1818, 192.
Schmidt 1794, 13.
Gernrath 1825. Bd. 1., 141.
Rudolph 1829, 97.
⁴⁷⁵J.G.M. 1760, 49.
Rudolph 1829, 97.
Huth 1787, 17.
Apfaltern 1782, 9.
Maillard 1817. Bd. 2., 246.
Rommerdt 1828, 129, 130.
⁴⁷⁶Borheck 1792, 96.
Maillard 1817. Bd. 2., 279.
⁴⁷⁷Rommerdt 1828, 132.
⁴⁷⁸Breyman 1856, 191.
⁴⁷⁹Keferstein 1776, 172.
Meerwein 1802, 60, 61.
Gernrath 1825. Bd. 1., 141.
Triest 1809. Bd. 2., 416.
Menzel 1847, 176.
Rommerdt 1828, 129, 130.
Wolfram 1818, 193.
Bleichrodt 1848, 149.
⁴⁸⁰Espie 1760, 17.
Angermann 1766, 231.
Keferstein 1776, 172.
Rudolph 1829, 97.
Rondelet 1835, 256.
- ⁴⁸¹Suckow 1781, 58.
Kosmann 1799, 18.
Dätzel 1785, 158.
⁴⁸²Angermann 1766, 233.
Suckow 1781, 58.
⁴⁸³Lohmeyer 1843, 226.
⁴⁸⁴Möllinger 1850 (1), 410.
⁴⁸⁵Helfenzrieder 1787, 151.
Schmidt 1794, 12.
⁴⁸⁶Wolfram 1818, 193.
Gernrath 1825. Bd. 1., 141.
Rudolph 1829, 106.
Menzel 1847, 177, 178.
⁴⁸⁷Triest 1809. Bd. 2., 416.
Gernrath 1825. Bd. 1., 143.
Rondelet 1835, 256.
Heigelin 1828, 85.
⁴⁸⁸Helfenzrieder 1787, 152.
Silberschlag 1773, 277, 278.
Maillard 1817. Bd. 2., 261.
Wolfram 1818, 184.
Angermann 1766, 225.
J.G.M. 1760, 48.
⁴⁸⁹Angermann 1766, 232.
⁴⁹⁰Laugier 1758, Vorbericht zweite Auflage.
Maillard 1817. Bd. 2., 301.
Newyahn 1837 (2), 221.
Succov 1751, 45.
Suckow 1781, 63.
Lange 1779, 148.
Maillard 1817. Bd. 3., 414.
Wolfram 1818, 200.
⁴⁹¹Gernrath 1825. Bd. 1., 141.
⁴⁹²Rommerdt 1828, 137.
Schmidt 1794, 13.
⁴⁹³Keferstein 1776, 172.
Triest 1809. Bd. 2., 415.
Schmidt 1794, 13.
Izzo 1773, 65.
Rommerdt 1828, 129, 130.
⁴⁹⁴Angermann 1766, 231.
⁴⁹⁵Schübler 1735, 54, 58.
⁴⁹⁶Kosmann 1799, 12.
⁴⁹⁷Rudolph 1829, 103.
Helfenzrieder 1787, 152, 153.
J.G.M. 1760, 48.
Derand 1755, 12.
Menzel 1847, 172, 173.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 439.
Rösling 1829, 1.
Meinert 1797, 33.
Meinert 1797, 33. (Im Text wird statt drei vier angegeben / In der Fig. 31. Ist der Bogen dreiteilig gezeichnet.
⁴⁹⁸Izzo 1773, 62.
⁴⁹⁹Stieglitz 1792. Bd. 2., 439.
J.G.M. 1760, 48.
- Menzel 1866 (2), 19, 20.
Derand 1755, 12.
⁵⁰⁰Menzel 1847, 172, 173.
⁵⁰¹Zedler 1735, 1396.
Derand 1755, 12.
Büsch 1800, 154, 155.
Menzel 1847, 172, 173.
Menzel 1866 (2), 19, 20.
Helfenzrieder 1787, 152, 153.
J.G.M. 1760, 48.
Rondelet 1835, 298.
Rösling 1829, 1.
Rudolph 1829, 103.
Rommerdt 1828, 137.
Maillard 1817. Bd. 1., VII.
Romberg 1838, 26.
Linke 1850, 69.
⁵⁰²Stieglitz 1792. Bd. 2., 439.
⁵⁰³J.G.M. 1760, 48.
⁵⁰⁴Helfenzrieder 1787, 152, 153.
Menzel 1847, 172, 173.
⁵⁰⁵Rudolph 1829, 103.
⁵⁰⁶Helfenzrieder 1787, 152, 153.
Rösling 1829, 1.
⁵⁰⁷Romberg 1838, 26.
⁵⁰⁸Rommerdt 1828, 137.
⁵⁰⁹Schübler 1735, 54.
Büsch 1800, 155.
Sax 1807, 58.
Anweisung 1827, 26.
Menzel 1847, 173.
Linke 1850, 69.
⁵¹⁰Stieglitz 1792. Bd. 2., 440.
⁵¹¹Rösling 1829, 2.
Menzel 1847, 173.
⁵¹²Bleichrodt 1848, 153.
⁵¹³Rösling 1829, 2.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 439.
⁵¹⁴Rösling 1829, 2.
⁵¹⁵Stieglitz 1792. Bd. 2., 440.
Kosmann 1799, 12.
⁵¹⁶Kosmann 1799, 13.
⁵¹⁷Schübler 1735, 62.
Rösling 1829, 2.
Kosmann 1799, 5.
Bleichrodt 1848, 153.
⁵¹⁸Voch 1780 (1), 47.
Keferstein 1776, 171.
Rösling 1829, 3.
Izzo 1773, 65.
Stieglitz 1794. Bd. 2., 442.
Triest 1809. Bd. 2., 414.
⁵¹⁹Dätzel 1785, 156.
⁵²⁰Anweisung 1827, 27.
⁵²¹Dätzel 1785, 154.
⁵²²Maillard 1817. Bd. 2., 247.
⁵²³Triest 1809. Bd. 2., 415.
Milizia 1824. Bd. 3., 222.
⁵²⁴Stieglitz 1792. Bd. 2., 439.
Meinert 1797, 33.
Menzel 1847, 175, 176.
Rudolph 1829, 103.
Rommerdt 1828, 137.
⁵²⁵Maillard 1817. Bd. 1., XII.
Rommerdt 1828, 129.
Heigelin 1828, 83.
⁵²⁶Succov 1751, 53.

⁵²⁷Succov 1751, 44.
⁵²⁸Kosmann 1799, 5, 6, 11, 12, 13, 15.
⁵²⁹Suckow 1781, 60.
⁵³⁰Eytelwein 1808. Bd. 2., 160-207.
⁵³¹Schübler 1735, 54.
⁵³²Huth 1795, 59.
⁵³³Huth 1787, 18.
⁵³⁴Huth 1787, 18.
⁵³⁵Izzo 1773, 65.
Rommerdt 1828, 131.
⁵³⁶Helfenzrieder 1787, 153.
Rommerdt 1828, 131.
⁵³⁷Suckow 1781, 62.
Krünitz 1788, 343.
Rudolph 1829, 103.
Perronet 1820. Bd. 1., 5.
Helfenzrieder 1787, 153.
Meinert 1797, 33.
Huth 1795, 58.
Menzel 1847, 175.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 439.
⁵³⁸Anweisung 1827, 21.
⁵³⁹Rommerdt 1828, 137.
⁵⁴⁰Rondelet 1835, 301.
⁵⁴¹Meerwein 1802, 80.
Schinkel 1835, 3.
Menzel 1847, 173.
Menzel 1866 (2), 21.
⁵⁴²Perronet 1820. Bd. 1., 5.
Linke 1850, 69.
⁵⁴³Meerwein 1802, 80.
⁵⁴⁴Menzel 1847, 173.
Menzel 1866 (2), 21.
⁵⁴⁵Schinkel 1835, 3.
Menzel 1847, 174.
Linke 1850, 69.
⁵⁴⁶Schinkel 1835, 3.
Linke 1850, 69.
⁵⁴⁷Schinkel 1835, 3.
Linke 1850, 69.
⁵⁴⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 144.
⁵⁴⁹Menzel 1847, 174.
⁵⁵⁰Dätzel 1785, 157.
Helfenzrieder 1787, 152.
Büsch 1800, 159.
Gernrath 1825. Bd. 1., 131, 142.
Sax 1807, 53.
Bleichrodt 1848, 155.
Linke 1850, 68.
J.G.M. 1760, 48.
Friderici 1800, 78.
Triest 1809. Bd. 2., 411.
Maillard 1817. Bd. 1., XII.
Maillard 1817. Bd. 2., 282.
Rommerdt 1828, 128, 137, 139.
Menzel 1847, 172.
Sachs 1825, 109.
Breymann 1856, 62, 203, 209.
⁵⁵¹Dätzel 1785, 154.
Triest 1809. Bd. 2., 413, 414.
⁵⁵²Rösling 1829, 3.
Romberg 1838, 26.
⁵⁵³Helfenzrieder 1787, 153.
Bode 1804, 67.
Milizia 1824. Bd. 3., 200.
⁵⁵⁴Triest 1809. Bd. 2., 413.
⁵⁵⁵Büsch 1800, 159.

⁵⁵⁶Sachs 1825, 109.
⁵⁵⁷Bode 1804, 67.
Heigelin 1828, 82.
Rommerdt 1828, 137.
⁵⁵⁸Menzel 1847, 162.
Hoffmann 1844, 297.
⁵⁵⁹Maillard 1817. Bd. 1., VI.
⁵⁶⁰Rondelet 1835, 298.
⁵⁶¹Helfenzrieder 1787, 155, 156.
⁵⁶²Gernrath 1825. Bd. 1., 144.
Rondelet 1835, 298.
⁵⁶³Rondelet 1835, 256.
⁵⁶⁴Navier 1851, 165 - 167.
⁵⁶⁵J.G.M. 1759, 162.
⁵⁶⁶J.G.M. 1760, 45.
⁵⁶⁷J.G.M. 1760, 45.
Izzo 1773, 57.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 431.
⁵⁶⁸Silberschlag 1773, 258.
⁵⁶⁹Silberschlag 1773, 258.
⁵⁷⁰Büsch 1800, 172, 173.
Meinert 1797, 713.
Bode 1804, 65.
⁵⁷¹Stieglitz 1792. Bd. 2., 425.
Meinert 1797, 19.
⁵⁷²Büsch 1800, 172.
⁵⁷³Meinert 1797, 19.
⁵⁷⁴Heigelin 1828, 58.
Rondelet 1834, 108.
⁵⁷⁵Sachs 1831, 47, 48.
⁵⁷⁶Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Manger 1785, 144.
⁵⁷⁷Helfenzrieder 1787, 174.
⁵⁷⁸Reinhold 1784, 407.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 426.
Meinert 1797, 19.
⁵⁷⁹Angermann 1766, 223.
Sturm 1745, 5.
Romberg 1838, 45.
Schinkel 1835, 6, 7.
⁵⁸⁰Goldmann 1699. Buch 1., 21.
Angermann 1766, 222.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 14.
Leybald 1858, 19.
⁵⁸¹Schmidt 1794, 12.
⁵⁸²Angermann 1766, 223.
Sturm 1745, 5.
Sturm 1699, 138.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 14.
⁵⁸³Succov 1751, 37.
Suckow 1781, 46.
Angermann 1766, 152, 223.
Sturm 1745, 5.
Russell 1993. Architecture Coupe des Pierres. IV.
⁵⁸⁴Krünitz 1788, 345.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 429, 430.
Meinert 1797, 16-18.
⁵⁸⁵Huth 1790, 27.
Meinert 1797, 78.
Sax 1807, 55.
Angermann 1766, 226.
Heigelin 1828, 66.
⁵⁸⁶Stieglitz 1792. Bd. 2., 430.
Meinert 1797, 16-18.
⁵⁸⁷Rommerdt 1828, 148.

Wolfram 1818, 204.
Rudolph 1829, 102.
⁵⁸⁸Manger 1785, 144.
Gilly 1800 (1) Bd. 1., 210.
Sachs 1825, 99.
Menzel 1866 (2), 10.
⁵⁸⁹Stieglitz 1792. Bd. 2., 427.
Meinert 1797, 8.
⁵⁹⁰Vitruvius 1548, LIX.
⁵⁹¹Vitruvius 1548, CCCCLXXVIII.
⁵⁹²Silberschlag 1773, 259.
Büsch 1800, 2.
Wolfram 1818, 206.
Hirt 1809, 165.
⁵⁹³Izzo 1773, 59.
Stieglitz 1792. Bd. 1., 291.
Hirt 1809, 166.
Menzel 1835, 303.
⁵⁹⁴Elvius 1743, 269.
Goldmann 1699. Buch 1., 66.
Schübler 1735, 41.
Lange 1779, 148.
Gernrath 1825. Bd. 1., 131, 132.
⁵⁹⁵Meinert 1797, 4.
Sax 1807, 32.
Meerwein 1802, 59.
Hirt 1809, 165.
⁵⁹⁶Schübler 1735, 41.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 433.
Sax 1807, 54.
Belidor 1757. Buch 2., 34.
Silberschlag 1773, 271.
Apfaltern 1782, 152, 153.
Milizia 1824. Bd. 3., 220.
Krünitz 1788, 340, 341.
Meerwein 1802, 59.
Hirt 1809, 168.
⁵⁹⁷Krünitz 1802, 510.
Lassaulx 1829 (1), 317.
⁵⁹⁸Stieglitz 1792. Bd. 2., 427.
⁵⁹⁹Schmidt 1794, 10.
⁶⁰⁰Izzo 1773, 65.
Gernrath 1825. Bd. 1., 142.
Navier 1851, 173.
⁶⁰¹Navier 1851, 137.
⁶⁰²Heigelin 1828, 79.
⁶⁰³Meinert 1797, 448, 449.
Heigelin 1828, 66.
Rommerdt 1828, 127, 128.
Menzel 1835, 303.
Wolfram 1838, 115.
Linke 1850, 93.
⁶⁰⁴Breyman 1856, 44.
Romberg 1842 (2), 193-221.
Lassaulx 1846 (2), 423-425.
⁶⁰⁵Menzel 1835, 304.
⁶⁰⁶Leybald 1858, 12.
⁶⁰⁷Maillard 1817. Bd. 2., 194.
Sachs 1825, 112.
⁶⁰⁸Crelle 1840 (1), 335, 336.
⁶⁰⁹Klügel 1789, 25.
⁶¹⁰Sachs 1825, 112.
Heigelin 1828, 73.
⁶¹¹Rommerdt 1828, 131.
Menzel 1835, 304.
⁶¹²Gernrath 1825. Bd. 1., 140.
⁶¹³Crelle 1843, 16.

⁶¹⁴Sachs 1825, 112.
⁶¹⁵Breyman 1856, 67.
⁶¹⁶Rondelet 1834, 316.
⁶¹⁷Förster 1850, 181.
⁶¹⁸Breyman 1856, 59.
⁶¹⁹Menzel 1847, 189.
⁶²⁰Zedler 1735, 1394.
⁶²¹Menzel 1847, 184.
Breyman 1856, 45.
⁶²²Wolfram 1818, 191.
⁶²³Maillard 1817. Bd. 1., 24.
⁶²⁴Meerwein 1802, 87.
Wolfram 1818, 183.
Breyman 1856, 40.
⁶²⁵Wolfram 1818, 191.
⁶²⁶Wolfram 1838, 115.
⁶²⁷Meerwein 1802, 4, 5.
Wolfram 1818, 189.
⁶²⁸Meerwein 1802, 5.
⁶²⁹Meinert 1797, 31.
⁶³⁰Meerwein 1802, 4, 5.
⁶³¹Meerwein 1802, 5.
⁶³²Goldmann 1699. Buch 3., 119.
⁶³³Sturm 1699. 1. Ausüb., 138.
Leopold 1759, 131.
⁶³⁴Heigelin 1828, 81.
⁶³⁵Möllinger 1850 (1), 401.
Förster 1843, 90-95.
⁶³⁶Möllinger 1850 (1), 415.
⁶³⁷Möllinger 1850 (1), 401.
Förster 1843, 90-95.
Sturm 1718 (5), Tab. II.
Belidor 1757. Buch 4., 63.
⁶³⁸Möllinger 1850 (1), 415.
⁶³⁹Möllinger 1850 (1), 405, 406.
⁶⁴⁰Milizia 1824. Bd. 3., 213, 214.
Möllinger 1850 (1), 402.
⁶⁴¹Riedel 1797 (2), 157.
Triest 1809. Bd. 1., 143.
Sachs 1825, 98.
⁶⁴²Helfenzrieder 1787, 169.
⁶⁴³Espie d' 1760, 3.
⁶⁴⁴Rondelet 1834, 328, 329.
⁶⁴⁵Espie d' 1760, 2b.
⁶⁴⁶Helfenzrieder 1787, 394, 395.
⁶⁴⁷Espie d' 1760, 30ffg.
⁶⁴⁸Rödlisch 1826, 115, 117.
⁶⁴⁹Helfenzrieder 1787, 406-408.
Rondelet 1834, 327, 328.
⁶⁵⁰Patte 1769, 288-293, Pl. XV.
⁶⁵¹Patte 1769, 70, Pl. II.
⁶⁵²Patte 1769, 70, Pl. II.
Helfenzrieder 1787, 406-408.
⁶⁵³Dalberg 1792, 6.
⁶⁵⁴Dalberg 1792, 31.
⁶⁵⁵Angermann 1766, 359.
Steiner 1803, 27.
⁶⁵⁶Helfenzrieder 1787, 397.
⁶⁵⁷Steiner 1803, 27.
⁶⁵⁸Helfenzrieder 1787, 396.
⁶⁵⁹Goldfus 1794, 42.
Krünitz 1796, 112, 180.
⁶⁶⁰Krünitz 1796, 180.
⁶⁶¹Dalberg 1792, 23, 25.
⁶⁶²Steiner 1803, 34.
⁶⁶³Steiner 1803, 19, 20.
⁶⁶⁴Steiner 1803, 16, 17.

- ⁶⁶⁵Gilly 1799 (2), 114.
⁶⁶⁶Meinert 1797, 425,426.
⁶⁶⁷Krünitz 1796, 183.
⁶⁶⁸Meinert 1797, 425,426.
⁶⁶⁹Tappe 1818, 9.
⁶⁷⁰Tappe 1819, V.
⁶⁷¹Tappe 1818, 21,23,29.
⁶⁷²Tappe 1819, V.
⁶⁷³Crelle 1840 (2), 369.
⁶⁷⁴Crelle 1840 (2), 372,373,376.
⁶⁷⁵Architectura 1720, 2.
Succov 1751, 64.
Suckow 1781, 93.
Romberg 1838, 54.
⁶⁷⁶Sax 1807, 39.
⁶⁷⁷Berson 1804, 55.
⁶⁷⁸Moller o. Jg. Heft II., 1.
Moller o. Jg. Heft III., 2.
⁶⁷⁹Engel 1834, 1,3.
⁶⁸⁰Bauordnung 1853, §30, 15.
⁶⁸¹Crelle 1829 (3), 259,260.
⁶⁸²Engel 1834, 15.
⁶⁸³Crelle 1829 (3), 257.
⁶⁸⁴Crelle 1829 (3), 258.
⁶⁸⁵Schinkel 1835, 6,12.
Romberg 1838, 55,56.
⁶⁸⁶Engel 1834, 13.
⁶⁸⁷Engel 1834, 14.
⁶⁸⁸Engel 1834, 13,14.
⁶⁸⁹Crelle 1829 (3), 257.
⁶⁹⁰Engel 1834, 14.
⁶⁹¹Crelle 1829 (3), 259,260.
⁶⁹²Engel 1834, 21.
⁶⁹³Crelle 1829 (3), 259,260.
⁶⁹⁴Engel 1834, 14.
⁶⁹⁵Engel 1834, 20.
⁶⁹⁶Engel 1834, 22.
⁶⁹⁷Engel 1834, 23.
⁶⁹⁸Crelle 1829 (3), 254.
⁶⁹⁹Crelle 1829 (3), 257.
⁷⁰⁰Breymann 1856, 117.
⁷⁰¹Redelykheid 1788, 106.
⁷⁰²Wolfram 1818, 118,119.
⁷⁰³Meinert 1797, 40-41.
Förster 1850, 181.
⁷⁰⁴Schübler 1735, 40.
Helfenzrieder 1787, 144.
⁷⁰⁵Meinert 1797, 40-41.
⁷⁰⁶Wolfram 1818, 118,119.
⁷⁰⁷Helfenzrieder 1787, 144.
⁷⁰⁸Krünitz 1802, 739.
⁷⁰⁹Goldmann 1699. Buch 3., 119.
⁷¹⁰Krünitz 1802, 739.
⁷¹¹Sax 1807, 35.
⁷¹²Leopold 1759, 25.
⁷¹³Meinert 1797, 59.
⁷¹⁴Meinert 1797, 42.
⁷¹⁵Wolfram 1818, 119.
⁷¹⁶Linke 1850, 73.
⁷¹⁷Meinert 1797, 42.
Maillard 1817. Bd. 2., 170.
⁷¹⁸Meinert 1797, 43.
Linke 1850, 73.
⁷¹⁹Wolfram 1818, 119-128.
Lassaulx 1829 (2), 419.
⁷²⁰Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Redelykheid 1788, 106.
Steiner 1803, 2.
⁷²¹Borheck 1792, 93.
⁷²²Breymann 1856, 60.
⁷²³Breymann 1856, 59.
Hart 1965, 16.
⁷²⁴Maillard 1817. Bd. 1., IV.
⁷²⁵Meinert 1797, 48.
⁷²⁶Romberg 1838, 48.
Förster 1850, 182.
⁷²⁷Lassaulx 1829 (2), 418.
⁷²⁸Lassaulx 1829 (2), 418.
⁷²⁹Meinert 1797, 41.
⁷³⁰Maillard 1817. Bd. 2., 158.
⁷³¹Meinert 1797, 54.
⁷³²Kosmann 1799, 9.
Sturm 1699, 139.
Schübler 1735, 40.
⁷³³Helfenzrieder 1787, 144.
Rosenthal 1830, 295.
Bode 1804, 73.
⁷³⁴Linke 1850, 93,94.
⁷³⁵Maillard 1817. Bd. 1., XV.
⁷³⁶Maillard 1817. Bd. 1., XII.
Sax 1807, 33,34.
⁷³⁷Maillard 1817. Bd. 1., XII.
⁷³⁸Sachs 1825, 119.
⁷³⁹Rosenthal 1830, 295.
⁷⁴⁰Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Schmidt 1794, 16.
Krünitz 1802, 739.
⁷⁴¹Meinert 1797, 53.
⁷⁴²Meinert 1797, 54.
⁷⁴³Sax 1807, 33,34.
⁷⁴⁴Sax 1807, 33,34.
⁷⁴⁵Meinert 1797, 54.
⁷⁴⁶Schmidt 1794, 16.
⁷⁴⁷Krünitz 1802, 740.
⁷⁴⁸Meinert 1797, 53.
⁷⁴⁹Maillard 1817. Bd. 2., 196.
⁷⁵⁰Linke 1850, 68.
⁷⁵¹Meinert 1797, 55.
⁷⁵²Lassaulx 1829 (2), 420,421.
⁷⁵³Le Mang 1931, 29, 32,35.
⁷⁵⁴Daviler 1699, 211.
⁷⁵⁵Meinert 1797, 4.
⁷⁵⁶Wolfram 1818, 181,194.
Meinert 1797, 3.
⁷⁵⁷Angermann 1766, 233.
⁷⁵⁸Belidor 1757. Buch 2., 25.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 427.
⁷⁵⁹Angermann 1766, 225.
⁷⁶⁰Suckow 1781, 91.
⁷⁶¹Glossarium 1793, 23.
⁷⁶²Sturm 1745, 5.
⁷⁶³Maillard 1817. Bd. 1., 24.
⁷⁶⁴Rudolph 1829, 91.
Linke 1850, 89,90.
⁷⁶⁵Romberg 1838, 21,22.
⁷⁶⁶Meinert 1797, 5.
Rommerdt 1828, 126.
⁷⁶⁷Schmidt 1794, 10.
⁷⁶⁸Romberg 1838, 21,22.
⁷⁶⁹Rommerdt 1828, 126.
⁷⁷⁰Meerwein 1802, 87.
⁷⁷¹Heigelin 1828, 73.
⁷⁷²Meerwein 1802, 87.
⁷⁷³Meerwein 1802, 87.
⁷⁷⁴Meinert 1797, 5.
Triest 1809. Bd. 2., 407.
⁷⁷⁵Schmidt 1794, 12.
Rommerdt 1828, 126.
Linke 1850, 89,90.
⁷⁷⁶Meerwein 1802, 87.
⁷⁷⁷J.G.M. 1759, 139.
⁷⁷⁸Maillard 1817. Bd. 1., 24.
Wolfram 1818, 183.
⁷⁷⁹Leupold 1726, 27.
⁷⁸⁰Grüson 1798, 55,56.
Perronet 1820. Bd. 1., 5.
Kosmann 1799, 21,22.
⁷⁸¹Meinert 1797, 5.
Grüson 1798, 55.
Rudolph 1829, 91.
Rommerdt 1828, 126.
Triest 1809. Bd. 2., 407.
Wolfram 1838, 21.
Romberg 1838, 21,22.
Linke 1850, 89,90.
⁷⁸²Maillard 1817. Bd. 1., 24,25.
Grüson 1798, 55.
⁷⁸³Linke 1850, 89,90.
⁷⁸⁴Meerwein 1802, 87.
⁷⁸⁵Maillard 1817. Bd. 1., 24.
Wolfram 1838, 21.
⁷⁸⁶Grüson 1798, 55.
⁷⁸⁷Perronet 1820. Bd. 1., 96.
⁷⁸⁸Perronet 1820. Bd. 1., 5.
Maillard 1817. Bd. 1., 27, 28.
⁷⁸⁹Schmidt 1794, 12.
⁷⁹⁰Meerwein 1802, 87.
⁷⁹¹Schinkel 1835, 3.
Grüson 1798, 65.
⁷⁹²Belidor 1757. Buch 2., 30.
Maillard 1817. Bd. 1., 27, 28.
⁷⁹³Perronet 1820. Bd. 1., 95.
Maillard 1817. Bd. 1., 26.
⁷⁹⁴Maillard 1817. Bd. 1., 27, 28.
⁷⁹⁵Holbert 1800, 33,34,35-47.
Izzo 1773, 69.
Grüson 1798, 56.
Romberg 1838, 21,22.
⁷⁹⁶Apfaltern 1782, Vorbericht.
⁷⁹⁷Grüson 1798, 56.
⁷⁹⁸Maillard 1817. Bd. 1., 27.
⁷⁹⁹Hirt 1809, 165.
Müller 1971, 93,95.
⁸⁰⁰Triest 1809. Bd. 2., 407.
Helfenzrieder 1787, 158,159.
⁸⁰¹Schinkel 1835, 3.
Linke 1850, 89.
⁸⁰²Kosmann 1799, 22.
⁸⁰³Grüson 1798, 55.
⁸⁰⁴Helfenzrieder 1787, 158,159,161.
⁸⁰⁵Meerwein 1802, 87.
⁸⁰⁶Romberg 1838, 21,22.
⁸⁰⁷Meerwein 1802, 194.
Gernrath 1825. Bd. 1., 132,133.
Heigelin 1828, 73.
⁸⁰⁸Gernrath 1825. Bd. 1., 133.
⁸⁰⁹Menzel 1847, 165.
⁸¹⁰Meinert 1797, 5.
Silberschlag 1773, 275.
⁸¹¹Schmidt 1794, 13.
⁸¹²Sturm 1699, 137.
Sturm 1745, 5.
⁸¹³Rondelet 1834, 318.
⁸¹⁴Breymann 1856, 40.
⁸¹⁵Schmidt 1794, 10.
Sturm 1699, 137.
Sturm 1745, 5.
Rommerdt 1828, 126.
⁸¹⁶Daviler 1699, 211.
⁸¹⁷Silberschlag 1773, 275.
⁸¹⁸Schmidt 1794, 13.
⁸¹⁹Rommerdt 1828, 126.
⁸²⁰Rommerdt 1828, 126.
⁸²¹Rommerdt 1828, 126.
⁸²²Derand 1755, 64, 70.
Wittig 1830, 209.
⁸²³Silberschlag 1773, 275.
Gilly 1795, 94.
⁸²⁴Derand 1755, 62,64, 70.
⁸²⁵Schmidt 1794, 13.
⁸²⁶Wittig 1830, 209.
Moller o. Jg. Heft I., XVII. Fig. 6.
Peschen 1799, 74.
⁸²⁷Sturm 1699, 30.
Schmidt 1794, 13.
Meinert 1797, 16.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
⁸²⁸Schmidt 1794, 13.
Rommerdt 1828, 148.
⁸²⁹Menzel 1845, 50.
⁸³⁰Krünitz 1788, 345.
⁸³¹Romberg 1838, 35.
⁸³²Wolfram 1818, 185.
⁸³³Breymann 1856, 44.
⁸³⁴Schmidt 1794, 13.
⁸³⁵Heigelin 1828, 59.
Navier 1851, 142, 144.
⁸³⁶Linke 1850, 74.
⁸³⁷Belidor 1757. Buch 2., 34.
⁸³⁸Wolfram 1818, 194.
⁸³⁹Menzel 1847, 159.
⁸⁴⁰Moller o. Jg. Heft I., XVII. Fig. 6.
⁸⁴¹Schmidt 1794, 10.
Meinert 1797, 5.
Berson 1797, 121.
Schinkel 1835, 4.
⁸⁴²Schmidt 1794, 10.
Sax 1807, 33.
Wolfram 1818, 184.
⁸⁴³Rondelet 1835, 282,283.
⁸⁴⁴Romberg 1838, 22,23.
⁸⁴⁵Wolfram 1818, 184.
Romberg 1838, 34.
⁸⁴⁶Meinert 1797, 10.
⁸⁴⁷Meinert 1797, 5.
Schinkel 1835, 4.
Romberg 1838, 24.
Linke 1850, 90,91.
⁸⁴⁸Wolfram 1818, 184.
⁸⁴⁹Helfenzrieder 1787, 142.
⁸⁵⁰Rommerdt 1828, 156.
⁸⁵¹Zedler 1735, 1394.
Elvius 1743, 269.
Triest 1809. Bd. 1., 126.
⁸⁵²Meinert 1797, 10.
⁸⁵³Meinert 1797, 10.

Daviler 1699, 140.
⁸⁵⁴Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
 Meinert 1797, 10.
⁸⁵⁵Nöthige 1732, 7.
 Bode 1804, 65.
 Wolfram 1818, 184.
 Triest 1809. Bd. 2., 407.
 Schinkel 1835, 6.
⁸⁵⁶Wolfram 1818, 184.
⁸⁵⁷Wolfram 1818, 185.
⁸⁵⁸Anweisung 1827, 15.
 Leybald 1858, 7.
⁸⁵⁹Angermann 1766, 225.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 131.
⁸⁶⁰Gilly 1800 (1), 211.
⁸⁶¹Wolfram 1818, 195.
 Menzel 1835, 303.
⁸⁶²Durand 1831. Bd. 1., 29.
⁸⁶³Triest 1809. Bd. 2., 407.
⁸⁶⁴Redelykheid 1788, 31.
 Menzel 1835, 303.
⁸⁶⁵Sturm 1699, 137.
 Zedler 1735, 1394.
⁸⁶⁶Sturm 1745, 5.
 Breymann 1856, 40.
⁸⁶⁷Goldmann 1699. Buch 3., 119.
⁸⁶⁸Breymann 1856, 40.
⁸⁶⁹Rommerdt 1828, 125.
⁸⁷⁰Newyahn 1837 (2), 221.
⁸⁷¹Rommerdt 1828, 125.
⁸⁷²Redelykheid 1788, 31.
 Sturm 1745, 5.
⁸⁷³Succov 1751, 42, 43.
 Suckow 1781, 57.
⁸⁷⁴Redelykheid 1788, 31.
⁸⁷⁵Maillard 1817. Bd. 1., 23.
⁸⁷⁶Zedler 1735, 1394.
 Menzel 1845, 49.
⁸⁷⁷Sturm 1699, 138.
⁸⁷⁸Manger 1785, 145.
 Menzel 1847, 189, 190.
 Linke 1850, 93.
 Kosmann 1799, 17.
⁸⁷⁹Manger 1785, 145.
 Menzel 1847, 190.
 Wedeke 1849, 84.
⁸⁸⁰Manger 1785, 145.
⁸⁸¹Zedler 1735, 1394.
 Schmidt 1794, 12.
 Helfenzrieder 1787, 140.
 Anweisung 1827, 15.
 Leybald 1858, 5, 6.
 Wolfram 1838, 111.
 Gernrath 1825. Bd. 1., 131.
⁸⁸²Sturm 1699, 137.
⁸⁸³Sturm 1699, 137.
⁸⁸⁴Leopold 1759, 127.
⁸⁸⁵Wolfram 1818, 196.
⁸⁸⁶Daviler 1699, 140.
 Meinert 1797, 448, 449.
 Gilly 1800 (1), 212.
 Krünitz 1802, 739.
 Wolfram 1818, 195, 197.
 Romberg 1838, 35, 36.
 Schinkel 1835, 7.
 Wedeke 1849, 83.
 Menzel 1847, 190, 191.
⁸⁸⁷Huth 1787, 18.
 Gilly 1800 (1), 210.
 Bode 1804, 68.
 Schmidt 1794, 10.
 Linke 1850, 93.
 Berson 1804, 56.

Triest 1809. Bd. 1., 126, 127.
 Wolfram 1818, 195.
 Rommerdt 1828, 129, 132.
 Romberg 1838, 35.
 Menzel 1847, 190, 191.
 Breymann 1856, 69.
⁸⁸⁸Hinweis, Hr. Müller, UDB Brandenburg.
⁸⁸⁹Sturm 1699, 137.
⁸⁹⁰Wolfram 1838, 112.
⁸⁹¹Linke 1850, 93.
⁸⁹²Zedler 1735, 1396.
 Heigelin 1828, 69.
⁸⁹³Zedler 1735, 1394.
 Helfenzrieder 1787, 175.
 Menzel 1847, 191.
⁸⁹⁴Helfenzrieder 1787, 175.
 Breymann 1856, 69.
⁸⁹⁵Wolfram 1818, 189.
⁸⁹⁶Meinert 1797, 51.
⁸⁹⁷Huth 1787, 18.
 Bode 1804, 68.
 Wolfram 1818, 196.
 Linke 1850, 93.
⁸⁹⁸Helfenzrieder 1787, 175.
⁸⁹⁹Helfenzrieder 1787, 175.
⁹⁰⁰Heigelin 1828, 69.
⁹⁰¹Bode 1804, 68.
 Triest 1809. Bd. 1., 126, 127.
⁹⁰²Romberg 1838, 35.
⁹⁰³Keferstein 1776, 171.
⁹⁰⁴Keferstein 1776, 170.
⁹⁰⁵Bleichrodt 1848, 149.
⁹⁰⁶Maillard 1817. Bd. 2., 98, 99.
⁹⁰⁷Meinert 1797, 67.
⁹⁰⁸Linke 1850, 93.
⁹⁰⁹Gilly 1800 (1), 210.
 Wedeke 1849, 83.
 Triest 1809. Bd. 1., 126, 127.
 Berson 1804, 56.
 Rudolph 1829, 106.
 Rommerdt 1828, 129.
 Romberg 1838, 35.
⁹¹⁰Rudolph 1829, 106.
⁹¹¹Rommerdt 1828, 132.
⁹¹²Triest 1809. Bd. 1., 126, 127.
 Rudolph 1829, 106.
 Rommerdt 1828, 132.
⁹¹³Huth 1787, 18.
⁹¹⁴Wolfram 1818, 195.
 Rudolph 1829, 106.
 Rommerdt 1828, 132.
 Linke 1850, 73, 93.
⁹¹⁵Wolfram 1818, 196.
 Rudolph 1829, 102.
 Romberg 1838, 35.
⁹¹⁶Schmidt 1794, 10.
⁹¹⁷Heigelin 1828, 80, 81.
⁹¹⁸Keferstein 1776, 170.
⁹¹⁹Schinkel 1835, 6.
⁹²⁰Goldmann 1699. Buch 1., 66.
 Angermann 1766, 230.
 Borheck 1792, 92.
⁹²¹Borheck 1792, 96.
 Sax 1807, 36, 37.
⁹²²Borheck 1792. Bd. 2., 92.
⁹²³Meinert 1797, 10.
⁹²⁴Schübler 1735, 62-64.
 Schinkel 1835, 6.

⁹²⁵Linke 1850, 93.
⁹²⁶Linke 1850, 93, 94.
⁹²⁷Zedler 1735, 1395.
 Meinert 1797, 9.
 Durand 1831. Bd. 1., 30.
⁹²⁸Keferstein 1776, 171.
 Lange 1779, 148.
 Manger 1785, 145.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 427.
 Suckow 1781, 91.
⁹²⁹Keferstein 1776, 170.
⁹³⁰Keferstein 1776, 171.
⁹³¹Meinert 1797, 77, 78.
⁹³²Gilly 1800 (1), 211.
 Linke 1850, 93.
⁹³³Romberg 1838, 34.
 Leybald 1858, 5.
⁹³⁴Helfenzrieder 1787, 141.
 Meinert 1797, 9.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 427.
 Leybald 1858, 5.
⁹³⁵Krünitz 1802, 738.
⁹³⁶Wolfram 1818, 190.
⁹³⁷Krünitz 1802, 738.
 Wolfram 1818, 190.
⁹³⁸Nöthige 1732, 7.
⁹³⁹Angermann 1766, 217-220.
⁹⁴⁰Bode 1804, 67.
⁹⁴¹Wolfram 1818, 195.
⁹⁴²Menzel 1847, 191.
⁹⁴³Schinkel 1835, 7.
 Menzel 1847, 191.
 Wedeke 1849, 84.
⁹⁴⁴Wolfram 1818, 195.
 Linke 1850, 93.
 Rudolph 1829, 106.
⁹⁴⁵Gilly 1800 (1), 211.
 Berson 1804, 56.
 Romberg 1838, 35.
⁹⁴⁶Gilly 1800 (1), 211.
 Wolfram 1818, 197.
⁹⁴⁷Gilly 1800 (1), 209.
⁹⁴⁸Krünitz 1788, 344.
 Gilly 1800 (1), 209.
⁹⁴⁹Helfenzrieder 1787, 175.
 Triest 1809. Bd. 2., 407, 408.
 Rommerdt 1828, 140.
⁹⁵⁰J.G.M. 1760, 49, 50.
 Wolfram 1818, 196.
⁹⁵¹Goldmann 1699. Buch 1., 22.
 Daviler 1699, 140.
 Gilly 1800 (1), 212.
 Wolfram 1838, 120.
⁹⁵²Gilly 1800 (1), 212.
⁹⁵³Sax 1807, 36, 37.
⁹⁵⁴Wolfram 1818, 184.
⁹⁵⁵Daviler 1699, 140.
 Goldmann 1699. Buch 1., 22.
 Sturm 1745, 5.
 Triest 1809. Bd. 2., 408.
⁹⁵⁶Gernrath 1825. Bd. 1., 136.
⁹⁵⁷Gernrath 1825. Bd. 1., 136.
⁹⁵⁸Daviler 1699, 140.
⁹⁵⁹Sturm 1745, 5.
 J.G.M. 1759, 121.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 430.
⁹⁶⁰Rudolph 1829, 109.
⁹⁶¹Meinert 1797, 9, 18-19.
 Gilly 1800 (1), 212.
 Linke 1850, 93.

Durand 1831. Bd. 1., 30.
⁹⁶²Bode 1804, 68.
 Meinert 1797, 18-19.
 Sax 1807, 36, 37.
 Triest 1809. Bd. 2., 408.
 Rommerdt 1828, 140.
 Linke 1850, 93.
 Rudolph 1829, 108.
 Gilly 1800 (1), 212.
 Wolfram 1818, 196.
 Wedeke 1849, 83, 84.
⁹⁶³Bode 1804, 68.
 Sax 1807, 36, 37.
 Linke 1850, 93.
 Wedeke 1849, 83, 84.
 Rudolph 1829, 108.
⁹⁶⁴Gernrath 1825. Bd. 1., 136.
⁹⁶⁵Gilly 1800 (1), 212.
 Rommerdt 1828, 140.
 Wedeke 1849, 83, 84.
⁹⁶⁶Meinert 1797, 18-19.
⁹⁶⁷Menzel 1847, 189.
⁹⁶⁸Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
⁹⁶⁹Anweisung 1827, 15.
 Durand 1831. Bd. 1., 29.
 Schinkel 1835, 6.
 Leybald 1858, 6.
⁹⁷⁰Hart 1847, 15.
 Breymann 1856, 71.
 Leybald 1858, 7.
⁹⁷¹Hart 1847, 16, 17ff.
 Leybald 1858, 18.
⁹⁷²Daviler 1759, 246.
 Wolfram 1818, 186, 187.
 Bleichrodt 1830. Bd. 2., 344.
⁹⁷³Schmidt 1794, 12.
⁹⁷⁴Wiebeking 1826, 241.
⁹⁷⁵Schmidt 1794, 12.
⁹⁷⁶Sturm 1699, 138.
⁹⁷⁷Daviler 1759, 246.
⁹⁷⁸Sturm 1699, 139.
⁹⁷⁹Sturm 1745, 16.
 Schmidt 1794, 12.
 Sachs 1825, 106.
⁹⁸⁰Goldmann 1699. Buch 3., 119.
 Zedler 1735, 1395.
⁹⁸¹Sturm 1699, 139.
 Sachs 1825, 107.
⁹⁸²Wiebeking 1826, 243.
 Linke 1850, 102.
⁹⁸³Bleichrodt 1830. Bd. 2., 344.
⁹⁸⁴Bode 1804, 73.
⁹⁸⁵Wedeke 1849,
⁹⁸⁶Sturm 1745, 5.
 Goldmann 1699. Buch 1., 22.
 Reinhold 1784, 407.
 Helfenzrieder 1787, 141.
 Rudolph 1829, 101.
⁹⁸⁷Goldmann 1699. Buch 1., 22.
 Zedler 1735, 1395.
 Succov 1751, 42.
 Suckow 1781, 57.
 Reinhold 1784, 407.
 Rudolph 1829, 101.
 Rommerdt 1828, 142.
⁹⁸⁸Hirt 1809, 168.
⁹⁸⁹Reinhold 1784, 407.
 Helfenzrieder 1787, 141.
⁹⁹⁰Schmidt 1794, 11.

- ⁹⁹¹Goldmann 1699. Buch 1., 22.
Helfenzrieder 1787, 141.
⁹⁹²Succov 1751, 42.
Suckow 1781, 57.
Daviler 1699, 343.
Reinhold 1784, 407.
⁹⁹³Succov 1751, 42.
Suckow 1781, 57.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 13.
Schmidt 1794, 11.
⁹⁹⁴Helfenzrieder 1787, 141.
⁹⁹⁵Succov 1751, 42.
Suckow 1781, 57.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 13.
Rudolph 1829, 101.
⁹⁹⁶Eytelwein 1808. Bd. 2., 217.
⁹⁹⁷Succov 1751, 42.
Suckow 1781, 57.
Helfenzrieder 1787, 141.
Schmidt 1794, 11.
Goldmann 1699. Buch 1., 22.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 13.
Rudolph 1829, 101.
⁹⁹⁸Rommerdt 1828, 142.
⁹⁹⁹Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 13.
Helfenzrieder 1787, 141.
Rudolph 1829, 101.
Durand 1831. Bd. 1., 29.
Wolfram 1818, 187.
Leybald 1858, 16.
Rommerdt 1828, 142.
¹⁰⁰⁰Graefe 1986, 56.
Mislin 1988, 180.
¹⁰⁰¹Kosmann 1799, 7.
Maillard 1817. Bd. 1., X, XI.
Rondelet 1835, 240.
¹⁰⁰²Wiebeking 1826, 240, 241.
¹⁰⁰³Schmidt 1794, 11.
Linke 1850, 101.
Triest 1809. Bd. 1., 144.
Sachs 1825, 107.
Schinkel 1835, 8.
¹⁰⁰⁴Durand 1831. Bd. 1., 30.
¹⁰⁰⁵Breymann 1856, 41.
Leybald 1858, 15.
¹⁰⁰⁶Schinkel 1835, 6.
¹⁰⁰⁷Breymann 1856, 41.
Menzel 1866 (2), 10.
Leybald 1858, 17.
¹⁰⁰⁸Izzo 1773, 65.
Menzel 1835, 303.
Rondelet 1835, 240.
Lohmeyer 1843, 209.
Breymann 1856, 41.
¹⁰⁰⁹Rondelet 1835, 322, 323.
Menzel 1847, 205, 207.
¹⁰¹⁰Tappe 1821, 10.
Rommerdt 1828, 143.
¹⁰¹¹Gilly 1806, 90.
¹⁰¹²Tappe 1818, 9, 18.
Heigelin 1828, 75.
¹⁰¹³Helfenzrieder 1787, 148.
- ¹⁰¹⁴Helfenzrieder 1787, 148.
¹⁰¹⁵Menzel 1847, 178.
¹⁰¹⁶Durand 1831. Bd. 1., 30.
¹⁰¹⁷Navier 1851, 169.
¹⁰¹⁸Lohmeyer 1843, 209.
¹⁰¹⁹Keferstein 1776, 170.
Krünitz 1788, 343.
Rommerdt 1828, 142.
Menzel 1835, 304.
Menzel 1847, 204.
¹⁰²⁰Gilly 1806, 83.
¹⁰²¹Maillard 1817. Bd. 3., 351.
¹⁰²²Menzel 1847, 222.
¹⁰²³Maillard 1817. Bd. 3., 350.
¹⁰²⁴Izzo 1773, 66-68, 69.
Lohmeyer 1843, 213-219.
¹⁰²⁵Linke 1850, 101.
¹⁰²⁶Linke 1850, 101.
¹⁰²⁷Heigelin 1828, 82.
¹⁰²⁸Breymann 1856, 76.
¹⁰²⁹Triest 1809. Bd. 1., 144.
Heigelin 1828, 81.
¹⁰³⁰Wolfram 1838, 122.
¹⁰³¹Sachs 1825, 116, 118, 167.
Wolfram 1838, 122.
¹⁰³²Helfenzrieder 1787, 148.
Gilly 1806, 84.
Eytelwein 1808. Bd. 2., 217.
Heigelin 1828, 75.
Menzel 1835, 304.
Schinkel 1835, 8.
Lassaulx 1846 (1), 378.
Menzel 1847, 204.
Wolfram 1838, 122.
Linke 1850, 101.
Breymann 1856, 74.
¹⁰³³Hoffmann 1845, 170.
¹⁰³⁴Ehrenberg 1837, 408.
¹⁰³⁵Linke 1850, 101.
¹⁰³⁶Frezier 1739, Plan 92.
Rondelet 1834, 337.
¹⁰³⁷Rondelet 1835, 330.
¹⁰³⁸Rondelet 1834, 336.
¹⁰³⁹Wiebeking 1826, 242.
¹⁰⁴⁰Rondelet 1835, 331.
¹⁰⁴¹Leybald 1858, 16.
¹⁰⁴²Leybald 1858, 16.
¹⁰⁴³Menzel 1835, 310.
Menzel 1847, 223.
Hirt 1809, 171.
Linke 1850, 106.
¹⁰⁴⁴Wiebeking 1826, 240.
Menzel 1847, 204.
¹⁰⁴⁵Ziegler 1776, 19.
Linke 1850, 101.
¹⁰⁴⁶Wolfram 1818, 207.
¹⁰⁴⁷Goldmann 1699. Buch 3., 119.
¹⁰⁴⁸Meinert 1797, 57.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
¹⁰⁴⁹Linke 1850, 101.
¹⁰⁵⁰Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Romberg 1838, 45, 46.
Menzel 1866 (2), 6.
Menzel 1835, 311.
Menzel 1847, 204.
Schübler 1735, 41.
- Linke 1850, 106.
Meinert 1797, 41, 56.
Wolfram 1838, 123.
¹⁰⁵¹Durand 1831. Bd. 1., 30.
¹⁰⁵²Wolfram 1838, 123.
¹⁰⁵³Breymann 1856, 74.
Leybald 1858, 16.
¹⁰⁵⁴Linke 1850, 101.
¹⁰⁵⁵Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Winkelmann 1762, 64.
¹⁰⁵⁶Linke 1850, 101, 106.
¹⁰⁵⁷Menzel 1847, 205.
¹⁰⁵⁸Breymann 1856, 76.
Sachs 1825, 116, 118.
¹⁰⁵⁹Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 13.
Succov 1751, 42.
Suckow 1781, 57.
Schmidt 1794, 11.
Rommerdt 1828, 142.
¹⁰⁶⁰Menzel 1847, 204.
¹⁰⁶¹Menzel 1847, 205.
Breymann 1856, 74.
¹⁰⁶²Stieglitz 1792. Bd. 2., 429.
Meinert 1797, 13.
Wolfram 1818, 186, 187.
¹⁰⁶³Wolfram 1818, 186, 187.
Menzel 1847, 185.
¹⁰⁶⁴Wolfram 1818, 186, 187.
Romberg 1838, 46.
Breymann 1856, 74.
¹⁰⁶⁵Linke 1850, 101.
¹⁰⁶⁶Schinkel 1835, 8.
¹⁰⁶⁷Moller o. Jg. Heft III., 4.
¹⁰⁶⁸Sachs 1825, 107.
¹⁰⁶⁹Eytelwein 1808. Bd. 2., 218.
Heigelin 1828, 75.
¹⁰⁷⁰Menzel 1847, 205.
Linke 1850, 101.
¹⁰⁷¹Romberg 1838, 45, 46.
¹⁰⁷²Menzel 1844 (1), 239.
¹⁰⁷³Maillard 1817. Bd. 3., 353, 397.
¹⁰⁷⁴Navier 1851, 171.
¹⁰⁷⁵Crelle 1843, 14.
¹⁰⁷⁶Crelle 1840 (1), 316.
¹⁰⁷⁷Breymann 1856, 74.
¹⁰⁷⁸Daviler 1699, 218.
¹⁰⁷⁹Goldmann 1699. Buch 3., 119.
¹⁰⁸⁰Derand 1755, 172, 178.
¹⁰⁸¹Menzel 1835, 304.
Lassaulx 1846 (1), 378.
¹⁰⁸²Schinkel 1826, Tafel II.
¹⁰⁸³Förster 1841, 5.
¹⁰⁸⁴Sachs 1825, 107.
Menzel 1835, 304.
Wolfram 1838, 117.
Romberg 1838, 144.
Crelle 1840 (1), 341.
¹⁰⁸⁵Romberg 1838, 35.
Crelle 1843, 14.
Menzel 1835, 304.
Menzel 1847, 204, 206, 207.
Hirt 1809, 168.
¹⁰⁸⁶Lassaulx 1846 (1), 378.
¹⁰⁸⁷Menzel 1845, 50.
¹⁰⁸⁸Heigelin 1828, 75, 76.
- ¹⁰⁸⁹Schinkel 1826, Tafel II.
¹⁰⁹⁰Menzel 1847, 205, 206.
¹⁰⁹¹Breymann 1856, 42.
Leybald 1858, 17.
¹⁰⁹²Heigelin 1828, 76.
Menzel 1835, 304.
Menzel 1847, 206.
¹⁰⁹³Menzel 1847, 206.
¹⁰⁹⁴Linke 1850, 102.
¹⁰⁹⁵Breymann 1856, 42.
¹⁰⁹⁶Breymann 1856, 75.
Leybald 1858, 17.
¹⁰⁹⁷Leybald 1858, 17, 18.
¹⁰⁹⁸Schinkel 1835, 10.
¹⁰⁹⁹Breymann 1856, 75.
¹¹⁰⁰Moller o. Jg. Heft III., 4.
Heigelin 1828, 75, 76.
Menzel 1847, 206.
Linke 1850, 103.
¹¹⁰¹Lassaulx 1846 (1), 378.
Linke 1850, 102.
Breymann 1856, 75.
¹¹⁰²Moller o. Jg. Heft III., 3.
¹¹⁰³Moller o. Jg. Heft III., 3.
¹¹⁰⁴Moller o. Jg. Heft III., 4.
Breymann 1856, 75.
¹¹⁰⁵Lassaulx 1846 (1), 378.
¹¹⁰⁶Menzel 1847, 206.
Breymann 1856, 75.
¹¹⁰⁷Linke 1850, 101.
¹¹⁰⁸Breymann 1856, 73.
¹¹⁰⁹Menzel 1847, 206.
Linke 1850, 103.
Breymann 1856, 75.
¹¹¹⁰Schinkel 1835, 9.
¹¹¹¹Heigelin 1828, 76.
Rondelet 1834, 115.
¹¹¹²Menzel 1847, 219.
¹¹¹³Rondelet 1834, 115.
¹¹¹⁴Breymann 1856, 75.
¹¹¹⁵Menzel 1847, 219.
¹¹¹⁶Knoblauch 1839, 31.
¹¹¹⁷Linke 1850, 101.
¹¹¹⁸Schinkel 1835, 10.
¹¹¹⁹Breymann 1856, 73.
Wiebeking 1826, 240.
Menzel 1835, 304.
¹¹²⁰Menzel 1845, 50.
¹¹²¹Meerwein 1802, 19, 20, 233.
¹¹²²Schübler 1735, 50.
¹¹²³Schübler 1735, 50.
Meerwein 1802, 19, 20, 233.
¹¹²⁴Meerwein 1802, 60.
¹¹²⁵Sachs 1825, 108.
Durand 1831. Bd. 1., 29.
Menzel 1847, 207.
Förster 1850, 180, 182.
Menzel 1835, 305, 306.
Winkelmann 1843, 158.
Leybald 1858, 18.
¹¹²⁶Menzel 1847, 207.
¹¹²⁷Wolfram 1838, 122.
¹¹²⁸Menzel 1835, 305.
¹¹²⁹Menzel 1847, 207.
¹¹³⁰Maillard 1817. Bd. 3., 404.
Menzel 1835, 305.
¹¹³¹Menzel 1847, 207, 209.
¹¹³²Menzel 1847, 208.
Linke 1850, 96.

- ¹¹³³Sax 1807, 40,41.
Gernrath 1825. Bd.1., 138.
¹¹³⁴Wolfram 1838, 122.
Linke 1850, 96.
Breymann 1856, 92.
¹¹³⁵Menzel 1835, 305,306.
Breymann 1856, 91.
¹¹³⁶Linke 1850, 96.
¹¹³⁷Maillard 1817. Bd. 1., 78.
Winkelmann 1843, 158.
Linke 1850, 96.
Breymann 1856, 85,91,92.
¹¹³⁸Breymann 1856, 44.
¹¹³⁹Sax 1807, 41.
Turek 1846, 429.
¹¹⁴⁰Sax 1807, 40.
Menzel 1835, 305.
Winkelmann 1843, 159.
Maillard 1817. Bd. 1., 75.
Maillard 1817. Bd. 3., 404.
Gernrath 1825. Bd.1., 139.
Förster 1850, 180.
Linke 1850, 96.
Leybald 1858, 18.
¹¹⁴¹Breymann 1856, 92.
Leybald 1858, 18.
¹¹⁴²Breymann 1856, 92.
¹¹⁴³Winkelmann 1843, 159,160.
Gernrath 1825. Bd.1., 139.
¹¹⁴⁴Schübler 1735, 47.
¹¹⁴⁵Sax 1807, 41.
Winkelmann 1843, 160.
Linke 1850, 96.
Breymann 1856, 85,92.
¹¹⁴⁶Menzel 1835, 305.
¹¹⁴⁷Breymann 1856, 91,92.
¹¹⁴⁸Sax 1807, 40.
Winkelmann 1843, 158.
¹¹⁴⁹Menzel 1847, 209.
¹¹⁵⁰Menzel 1835, 305.
Menzel 1847, 209.
¹¹⁵¹Sax 1807, 40.
Gernrath 1825. Bd.1., 138.
¹¹⁵²Winkelmann 1843, 159.
Menzel 1847, 207,208.
Breymann 1856, 92.
¹¹⁵³Winkelmann 1843, 159.
¹¹⁵⁴Linke 1850, 96.
¹¹⁵⁵Breymann 1856, 85,92.
¹¹⁵⁶Wolfram 1833 (2), 19.
Förster 1850, 181.
¹¹⁵⁷Wolfram 1838, 122.
¹¹⁵⁸Sax 1807, 67.
¹¹⁵⁹Breymann 1856, 91.
¹¹⁶⁰Gernrath 1825. Bd.1., 138.
¹¹⁶¹Lassaulx 1829 (1), 319.
¹¹⁶²Sax 1807, 40.
¹¹⁶³Sachs 1825, 108.
¹¹⁶⁴Breymann 1856, 85.
¹¹⁶⁵Wanderley 1878, 385.
¹¹⁶⁶Wanderley 1878, 385.
¹¹⁶⁷Lassaulx 1829 (1), 318.
Breymann 1856, 90.
Menzel 1835, 305.
¹¹⁶⁸Menzel 1845, 50.
¹¹⁶⁹Sax 1807, 40.
Crelle 1840 (1), 340.
Winkelmann 1843, 158.
¹¹⁷⁰Turek 1846, 427-429.
¹¹⁷¹Turek 1846, 429,430.
¹¹⁷²Turek 1846, 429.
¹¹⁷³Maillard 1817. Bd. 1, 78.
¹¹⁷⁴Maillard 1817. Bd. 3. 404.
¹¹⁷⁵Maillard 1817. Bd. 3. 405.
Gernrath 1825. Bd.1., 142.
¹¹⁷⁶Durand 1831. Bd. 1., 30.
Menzel 1835, 306.
Menzel 1847, 208.
¹¹⁷⁷Sax 1807, 41.
Breymann 1856, 85.
¹¹⁷⁸Menzel 1847, 208.
¹¹⁷⁹Turek 1846, 430.
¹¹⁸⁰Sax 1807, 40.
Menzel 1835, 305.
Winkelmann 1843, 158.
¹¹⁸¹Linke 1850, 96.
¹¹⁸²Menzel 1847, 209.
¹¹⁸³Goldmann 1699. Buch 1., 25.
Goldmann 1699. Buch 4., 148.
Sturm 1699, 138.
¹¹⁸⁴Goldmann 1699. Buch 3., 119.
¹¹⁸⁵Sturm 1699, 138.
¹¹⁸⁶Goldmann 1699. Buch 3., 119.
¹¹⁸⁷Sturm 1745, 5.
Succov 1751, 42, 43.
Suckow 1781, 57.
Helfenzrieder 1787, 141.
Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
Meinert 1797, 11.
Redelykheid 1788, 105.
Hirt 1809, 167.
Menzel 1847, 197.
Wolfram 1818, 200.
Sax 1807, 44.
Frezier 1739, Plan 70.
Wedek 1849, 89.
Gernrath 1825. Bd. 1, 137.
Leybald 1858, 7.
Durand 1831. Bd. 1., 29.
¹¹⁸⁸Frezier 1739, Plan 70.
Gernrath 1825. Bd. 1, 137.
Leybald 1858, 7.
¹¹⁸⁹Daviler 1759, 246.
¹¹⁹⁰Zedler 1735, 1394.
¹¹⁹¹Redelykheid 1788, 105.
¹¹⁹²J.G.M. 1760, 48.
¹¹⁹³Manger 1785, 145.
¹¹⁹⁴J.G.M. 1760, 45.
¹¹⁹⁵Manger 1785, 145.
¹¹⁹⁶Büsch 1800, 153.
¹¹⁹⁷Angermann 1766, 222.
¹¹⁹⁸Maillard 1817. Bd. 3., 406.
Meinert 1797, 11.
Goldmann 1699. Buch 1., 21.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 220.
Wolfram 1838, 122.
Menzel 1847, 198.
¹¹⁹⁹Daviler 1699, 340, 341.
¹²⁰⁰Bode 1804, 71.
Triest 1809. Bd. 2., 410.
Maillard 1817. Bd. 3., 423.
Sachs 1825, 104.
Rudolph 1829, 112.
¹²⁰¹Wolfram 1818, 201.
Rommerdt 1828, 141.
Romberg 1838, 41.
Schinkel 1835, 8.
Linke 1850, 96.
Wedek 1849, 89.
¹²⁰²Meinert 1797, 11.
Wolfram 1818, 187.
Dietlein 1823, 64.
Linke 1850, 96.
Rudolph 1829, 100.
Menzel 1847, 198,213,214.
¹²⁰³Hirt 1809, 167.
Daviler 1759, 246.
Leybald 1858, 21.
¹²⁰⁴Menzel 1847, 215.
Linke 1850, 96.
¹²⁰⁵Schinkel 1835, 8.
Romberg 1838, 42,43,44.
Heigelin 1828, 79.
Breymann 1856, 42.
Rudolph 1829, 100.
Linke 1850, 96.
¹²⁰⁶Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
Sax 1807, 44.
Maillard 1817. Bd. 3., 420.
Rudolph 1829, 100.
Gernrath 1825. Bd. 1, 142.
Wittig 1830, 215.
Durand 1831. Bd. 1., 30.
Menzel 1845, 49.
Menzel 1847, 198.
Breymann 1856, 76.
¹²⁰⁷Daviler 1699, 340, 341.
¹²⁰⁸Menzel 1847, 215.
Linke 1850, 96.
¹²⁰⁹Romberg 1838, 41.
Linke 1850, 96.
Menzel 1847, 201.
Wedek 1849, 90.
¹²¹⁰Menzel 1847, 201.
¹²¹¹Manger 1785, 144.
Wedek 1849, 90.
¹²¹²Rudolph 1829, 100.
¹²¹³Maillard 1817. Bd. 3., 421.
¹²¹⁴Maillard 1817. Bd. 3., 423.
¹²¹⁵Maillard 1817. Bd. 3., 420.
¹²¹⁶Rondelet 1835, 302,308,309.
¹²¹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 220.
Rommerdt 1828, 141.
Menzel 1847, 198.
Romberg 1838, 44.
Wolfram 1838, 122.
Breymann 1856, 78.
¹²¹⁸Sax 1807, 44.
¹²¹⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 223.
¹²²⁰Hirt 1809, 167.
¹²²¹Wittig 1830, 215.
¹²²²Rudolph 1829, 100.
Gernrath 1825. Bd. 1, 138.
Wolfram 1818, 187.
¹²²³Hirt 1809, 167.
Gernrath 1825. Bd. 1, 137.
Menzel 1835, 303.
¹²²⁴Gernrath 1825. Bd. 1, 140.
¹²²⁵Schübler 1735, 48.
¹²²⁶Linke 1850, 96.
Breymann 1856, 42,77.
Linke 1850, 92.
¹²²⁷Breymann 1856, 77.
¹²²⁸Maillard 1817. Bd. 3., 408.
¹²²⁹Breymann 1856, 77.
¹²³⁰Maillard 1817. Bd. 3., 423.
Rudolph 1829, 115.
¹²³¹Linke 1850, 91.
¹²³²N.N. 1736, 1-3.
Sachs 1825, 134.
¹²³³Sax 1807, 48.
¹²³⁴Angermann 1766, 222.
Krünitz 1788, 335.
¹²³⁵Heigelin 1828, 78.
Schinkel 1835, 5.
¹²³⁶Krünitz 1788, 344.
¹²³⁷Schübler 1735, 42.
¹²³⁸Breymann 1856, 77.
Sax 1807, 45.
Heigelin 1828, 78.
Menzel 1847, 199,216.
Wolfram 1838, 119.
Schinkel 1835, 8.
¹²³⁹Lassaulx 1829 (1), 318,319,321.
¹²⁴⁰Krünitz 1802, 738.
¹²⁴¹Wolfram 1818, 200.
¹²⁴²Daviler 1759, 246.
¹²⁴³Schübler 1735, 49.
Sax 1807, 46-48.
¹²⁴⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 223.
Rudolph 1829, 115.
Triest 1809. Bd. 2., 409.
Dietlein 1823, 1.
Wolfram 1818, 202.
Menzel 1845, 48.
¹²⁴⁵Wolfram 1818, 202.
Linke 1850, 97.
¹²⁴⁶Sax 1807, 44.
¹²⁴⁷Redelykheid 1788, 107.
Menzel 1835, 307.
Menzel 1847, 199, 215.
Sax 1807, 46-49.
Lassaulx 1829 (1), 318.
Breymann 1856, 77.
¹²⁴⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 223.
Wolfram 1818, 200,201.
Schinkel 1835, 8.
Linke 1850, 97.
Breymann 1856, 77.
¹²⁴⁹Rudolph 1829, 114.
¹²⁵⁰Redelykheid 1788, 108.
Linke 1850, 97.
¹²⁵¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 221.
Bode 1804, 71.
Triest 1809. Bd. 2., 409.
Rudolph 1829, 115.
¹²⁵²Triest 1809. Bd. 2., 409.
Wolfram 1818, 190,201.
Rudolph 1829, 114, 115.
¹²⁵³Redelykheid 1788, 106.
Krünitz 1802, 738.
Wolfram 1818, 201.
¹²⁵⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 221.
Rudolph 1829, 114.
Menzel 1847, 199.
Wolfram 1818, 200.
Wedek 1849, 92.
Romberg 1838, 42.
¹²⁵⁵Bode 1804, 72.
Triest 1809. Bd. 2., 409,410.
¹²⁵⁶Berson 1804, 56.
¹²⁵⁷Linke 1850, 97.
¹²⁵⁸Schübler 1735, 41.
Wolfram 1818, 201.

- Meerwein 1802, 87.
 Rudolph 1829, 112.
 Menzel 1847, 199.
 Heigelin 1828, 78.
 Linke 1850, 98.
 Wedeke 1849, 90.
¹²⁵⁹Meinert 1797, 51.
 Gilly 1800 (1). Bd. 1., 219.
 Krünitz 1802, 739.
 Bode 1804, 71.
 Berson 1804, 56.
 Wolfram 1818, 201.
 Rommerdt 1828, 141.
 Wolfram 1838, 118.
 Menzel 1847, 198.
 Romberg 1838, 41.
 Wedeke 1849, 89.
 Linke 1850, 96.
 Schinkel 1835, 8.
¹²⁶⁰Wedeke 1849, 90.
 Breymann 1856, 77.
¹²⁶¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 223.
 Triest 1809. Bd. 2., 409.
 Rudolph 1829, 113, 114.
 Menzel 1847, 201.
 Breymann 1856, 77.
¹²⁶²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 221.
 Rudolph 1829, 114.
¹²⁶³Meerwein 1802, 87.
¹²⁶⁴Berson 1804, 56.
 Sachs 1825, 104.
 Rudolph 1829, 115.
¹²⁶⁵Menzel 1847, 203.
 Leybald 1858, 10,11.
¹²⁶⁶Schinkel 1835, 8.
 Linke 1850, 96.
¹²⁶⁷Breymann 1856, 77.
¹²⁶⁸Berson 1804, 56.
¹²⁶⁹Menzel 1847, 216.
¹²⁷⁰Heigelin 1828, 78.
 Wedeke 1849, 90.
¹²⁷¹Ziegler 1776, 19.
 Bode 1804, 72.
 Hirt 1809, 168.
 Heigelin 1828, 79.
¹²⁷²Sax 1807, 46.
¹²⁷³Lassaulx 1829 (1), 319.
¹²⁷⁴Breymann 1856, 78.
¹²⁷⁵Angermann 1766, 222.
 Wolfram 1838, 118.
 Sachs 1825, 103.
¹²⁷⁶Lassaulx 1829 (1), 320.
¹²⁷⁷Schinkel 1835, 6.
 Menzel 1835, 303.
¹²⁷⁸Wolfram 1838, 123.
¹²⁷⁹Wolfram 1838, 118.
¹²⁸⁰Menzel 1847, 165.
¹²⁸¹Menzel 1835, 306.
¹²⁸²Linke 1850, 91.
¹²⁸³Triest 1809. Bd. 1., 144.
¹²⁸⁴Romberg 1838, 47.
 Menzel 1847, 212.
¹²⁸⁵Linke 1850, 91.
¹²⁸⁶Wolfram 1818, 187.
 Breymann 1856, 42.
 Schinkel 1835, 6.
¹²⁸⁷Menzel 1835, 306.
¹²⁸⁸Menzel 1845, 50.
¹²⁸⁹Breymann 1856, 77.
¹²⁹⁰Linke 1850, 73.
¹²⁹¹Rondelet 1834, 115.
¹²⁹²Sturm 1699, 138.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
 Meinert 1797, 11.
- ¹²⁹³Schmidt 1794, 10.
¹²⁹⁴Rondelet 1834, 116.
¹²⁹⁵Wolfram 1838, 119.
 Breymann 1856, 42,78.
 Rondelet 1834, 115.
¹²⁹⁶Breymann 1856, 78.
¹²⁹⁷Triest 1809. Bd. 2., 409.
 Wolfram 1818, 187.
 Wolfram 1838, 112.
 Gernrath 1825. Bd. 1, 137.
 Wiebeking 1826, 243.
 Rommerdt 1828, 141.
 Wedeke 1849, 89.
 Linke 1850, 96.
 Leybald 1858, 22.
¹²⁹⁸Menzel 1847, 202, 203.
¹²⁹⁹Förster 1850, 181.
¹³⁰⁰Romberg 1838, 47.
 Linke 1850, 98.
¹³⁰¹Romberg 1838, 47.
¹³⁰²Linke 1850, 99.
¹³⁰³Linke 1850, 99.
¹³⁰⁴Menzel 1835, 307.
¹³⁰⁵Wolfram 1838, 119,120.
¹³⁰⁶Romberg 1842 (2), 193.
 Heigelin 1828, 70.
¹³⁰⁷Romberg 1838, 47.
 Linke 1850, 98.
¹³⁰⁸Förster 1850, 180.
¹³⁰⁹Wolfram 1838, 119,120.
¹³¹⁰Breymann 1856, 43.
 Lassaulx 1846 (1), 379.
 Leybald 1858, 22.
¹³¹¹Lassaulx 1846 (1), 380.
 Leybald 1858, 13.
¹³¹²Breymann 1856, 76.
¹³¹³Breymann 1856, 42,43.
¹³¹⁴Romberg 1838, 47.
¹³¹⁵Breymann 1856, 85.
¹³¹⁶Menzel 1835, 307.
 Menzel 1847, 217.
 Linke 1850, 100.
¹³¹⁷Menzel 1835, 307.
¹³¹⁸Romberg 1838, 47.
¹³¹⁹Menzel 1847, 216.
 Linke 1850, 100.
 Leybald 1858, 26.
¹³²⁰Romberg 1838, 47.
¹³²¹Romberg 1838, 47.
¹³²²Breymann 1856, 85.
¹³²³Triest 1809. Bd. 1., 126.
¹³²⁴Manger 1785, 145.
 Meinert 1797, 11.
 Menzel 1847, 213.
¹³²⁵Meinert 1797, 12.
¹³²⁶Triest 1809. Bd. 1., 144.
¹³²⁷Manger 1785, 145.
 Meinert 1797, 12.
¹³²⁸Goldfus 1794, 60.
¹³²⁹Zedler 1735, 1395.
 Schmidt 1794, 12.
 Bode 1804, 70.
 Belidor 1757. Buch 4., 61.
 Krünitz 1788, 335.
 Menzel 1847, 198.
 Triest 1809. Bd. 1., 144.
¹³³⁰Krünitz 1788, 335.
¹³³¹Krünitz 1788, 335.
 Voch 1781, Taf. I.
¹³³²Zedler 1735, 1395.
 Krünitz 1788, 335.
 Schmidt 1794, 12.
¹³³³Catel 1802, 38.
 Riedel 1803, 4.
- ¹³³⁴Leybald 1858, 13.
 Romberg 1838, 35.
¹³³⁵Krünitz 1788, 335.
¹³³⁶Meinert 1797, 70.
¹³³⁷Angermann 1766, 222.
¹³³⁸Helfenzrieder 1787, 141.
 Durand 1831. Bd. 1., 29.
 Succov 1751, 42,43.
 Suckow 1781, 57.
 Heigelin 1828, 78.
 Linke 1850, 99.
¹³³⁹Wolfram 1818, 186.
 Schinkel 1835, 6.
¹³⁴⁰Heigelin 1828, 78.
¹³⁴¹Sturm 1745, 5.
 Helfenzrieder 1787, 141.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
 Meinert 1797, 12.
¹³⁴²Helfenzrieder 1787, 141.
 Rommerdt 1828, 141.
¹³⁴³Rondelet 1834, 115.
¹³⁴⁴Helfenzrieder 1787, 141.
¹³⁴⁵Rondelet 1835, 317.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
 Meinert 1797, 12.
 Leybald 1858, 7,9,10.
¹³⁴⁶Breymann 1856, 41.
¹³⁴⁷Goldmann 1699. Buch 1., 21.
¹³⁴⁸J.G.M. 1760, 48.
 Angermann 1766, 224, 225.
¹³⁴⁹Angermann 1766, 222.
¹³⁵⁰Helfenzrieder 1787, 141.
 Sturm 1745, 5.
 Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
 Meinert 1797, 13.
 Schmidt 1794, 12.
 Leybald 1858, 8.
¹³⁵¹Helfenzrieder 1787, 148.
 Linke 1850, 100.
¹³⁵²Stieglitz 1792. Bd. 2., 428.
 Meinert 1797, 12.
¹³⁵³Meinert 1797, 13.
¹³⁵⁴Rommerdt 1828, 141.
¹³⁵⁵Meinert 1797, 13.
¹³⁵⁶Angermann 1766, 222.
 Rondelet 1834, 115.
¹³⁵⁷Anweisung 1827, 16.
 Heigelin 1828, 86.
 Navier 1851, 172.
¹³⁵⁸Rondelet 1835, 323.
¹³⁵⁹Leybald 1858, 8.
¹³⁶⁰Leybald 1858, 8.
¹³⁶¹Linke 1850, 100.
¹³⁶²Rondelet 1834, 116.
¹³⁶³Schinkel 1835, 8.
 Linke 1850, 100.
 Navier 1851, 172.
¹³⁶⁴Linke 1850, 100.
¹³⁶⁵Schinkel 1835, 8.
 Linke 1850, 100.
¹³⁶⁶Menzel 1845, 50.
¹³⁶⁷Linke 1850, 99.
¹³⁶⁸Breymann 1856, 72.
¹³⁶⁹Leybald 1858, 12.
¹³⁷⁰Romberg 1838, 41.
¹³⁷¹Meinert 1797, 18.
¹³⁷²Helfenzrieder 1787, 169.
- Durand 1831. Bd. 1., 28.
¹³⁷³Espe 1760, 4.
 Izzo 1773, 60.
 Steiner 1803, 12.
¹³⁷⁴Wolfram 1818, 202.
 Rondelet 1834, 327.
¹³⁷⁵Wiebeking 1826, 234.
¹³⁷⁶Rondelet 1834, 319,320.
¹³⁷⁷Patte 1769, 69.
¹³⁷⁸Rondelet 1835, 343.
¹³⁷⁹Rondelet 1834, 320.
¹³⁸⁰Espe 1760, 3.
¹³⁸¹Rödlich 1826, 114.
¹³⁸²Espe 1760, 3.
¹³⁸³Espe 1760, Vorbericht.
¹³⁸⁴Izzo 1773, 60.
¹³⁸⁵Rödlich 1826, 104.
¹³⁸⁶Rödlich 1826, 104,105.
 Espe 1760, 1,3,32.
 Patte 1769, 70,PI. II.
 Steiner 1803, 1.
 Stieglitz 1792. Bd. 1., 548.
 Wolfram 1818, 202.
 Izzo 1773, 60.
 Helfenzrieder 1787, 157.
 Büsch 1800, 165.
 Durand 1831. Bd. 1., 28.
¹³⁸⁷Romberg 1838, 45.
¹³⁸⁸Espe 1760, 13.
 Rondelet 1834, 323.
¹³⁸⁹Espe 1760, 5.
 Rommerdt 1828, 155.
¹³⁹⁰Espe 1760, 6.
¹³⁹¹Izzo 1773, 60.
 Meinert 1797, 58.
 Schinkel 1835, 9.
¹³⁹²Rommerdt 1828, 150.
¹³⁹³Steiner 1803, 2.
¹³⁹⁴Helfenzrieder 1787, 157.
¹³⁹⁵Rondelet 1834, 323.
 Rödlich 1826, 108.
¹³⁹⁶Helfenzrieder 1787, 158.
¹³⁹⁷Helfenzrieder 1787, 166, 167.
 Rödlich 1826, 114.
 Rommerdt 1828, 155.
¹³⁹⁸Espe 1760, 18-20,23.
¹³⁹⁹Rommerdt 1828, 155.
¹⁴⁰⁰Breymann 1856, 86.
¹⁴⁰¹Wolfram 1818, 204.
¹⁴⁰²Rommerdt 1828, 149.
¹⁴⁰³Rommerdt 1828, 150.
¹⁴⁰⁴Espe 1760, 7.
 Helfenzrieder 1787, 161.
 Rödlich 1826, 109.
¹⁴⁰⁵Espe 1760, 8,9,11.
 Helfenzrieder 1787, 163.
¹⁴⁰⁶Steiner 1803, 2.
 Helfenzrieder 1787, 157,158.
 Rödlich 1826, 108.
¹⁴⁰⁷Espe 1760, 6.
 Rommerdt 1828, 150,151.
¹⁴⁰⁸Rondelet 1834, 327.
¹⁴⁰⁹Steiner 1803, 5,6.
¹⁴¹⁰Rondelet 1834, 323.
¹⁴¹¹Helfenzrieder 1787, 157.
 Schinkel 1835, 9.
 Büsch 1800, 165.
 Rommerdt 1828, 150,154.
 Steiner 1803, 2.
 Rondelet 1834, 327.

Wolfram 1818, 203.
¹⁴¹²Rondelet 1834, 327.
¹⁴¹³Espie 1760, 12.
¹⁴¹⁴Helfenzrieder 1787, 164.
¹⁴¹⁵Espie 1760, 14.
¹⁴¹⁶Rondelet 1834, 327.
¹⁴¹⁷Espie 1760, 13.
Helfenzrieder 1787, 164.
Rödlich 1826, 112.
¹⁴¹⁸Rondelet 1834, 322.
¹⁴¹⁹Espie 1760, 12.
¹⁴²⁰Helfenzrieder 1787, 164.
¹⁴²¹Breymann 1856, 86.
¹⁴²²Espie 1760, 14.
Rödlich 1826, 113.
Rondelet 1834, 327.
Rommerdt 1828, 154.
¹⁴²³Büsch 1800, 165.
Meerwein 1802, 40.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
¹⁴²⁴Helfenzrieder 1787, 167, 168.
Meerwein 1802, 40.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
Menzel 1847, 210.
¹⁴²⁵Rondelet 1834, 323.
Breymann 1856, 86.
¹⁴²⁶Rödlich 1826, 105.
¹⁴²⁷Helfenzrieder 1787, 173.
Menzel 1835, 309.
¹⁴²⁸Steiner 1803, 8.
Wiebeking 1826, 236.
Rommerdt 1828, 149.
¹⁴²⁹Rommerdt 1828, 149.
¹⁴³⁰Steiner 1803, 39.
¹⁴³¹Rommerdt 1828, 149, 150.
Steiner 1803,
¹⁴³²Gilly 1799 (2), 115.
¹⁴³³Rommerdt 1828, 149, 150.
¹⁴³⁴Gernrath 1825. Bd. 1., 139.
¹⁴³⁵Sax 1807, 41.
¹⁴³⁶Sax 1807, 41.
¹⁴³⁷Sax 1807, 41.
¹⁴³⁸Sax 1807, 42.
¹⁴³⁹Gernrath 1825. Bd. 1., 139.
¹⁴⁴⁰Gernrath 1825. Bd. 1., 139, 140.
¹⁴⁴¹Gernrath 1825. Bd. 1., 142.
¹⁴⁴²Steiner 1803, 8.
¹⁴⁴³Maillard 1817. Bd. 3., 402.
¹⁴⁴⁴Steiner 1803, 8.
Maillard 1817. Bd. 3., 402.
¹⁴⁴⁵Hirt 1809, 171.
¹⁴⁴⁶Schinkel 1835, 10.
¹⁴⁴⁷Knoblauch 1839, 32.
¹⁴⁴⁸Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
Hoffmann 1845, 172.
¹⁴⁴⁹Menzel 1835, 310.
¹⁴⁵⁰Förster 1850, 182.
¹⁴⁵¹Heigelin 1828, 67.
Breymann 1856, 70.
¹⁴⁵²Breymann 1856, 70.
Romberg 1838, 48.
Schinkel 1835, 10.

Förster 1850, 182.
Wiebeking 1825, 173, 174.
Hoffmann 1845, 167.
Goldmann 1699. Buch 3., 119.
Packh 1831, 3.
¹⁴⁵³Förster 1850, 182.
¹⁴⁵⁴Romberg 1838, 48.
Rondelet 1834, 331.
¹⁴⁵⁵Romberg 1838, 48.
Rondelet 1834, 331.
¹⁴⁵⁶Romberg 1838, 48.
¹⁴⁵⁷Breymann 1856, 70.
¹⁴⁵⁸Runge 1837, 7.
¹⁴⁵⁹Runge 1837, 8.
¹⁴⁶⁰Sturm 1699, 137.
¹⁴⁶¹Succov 1751, 42, 43.
Suckow 1781, 57.
¹⁴⁶²Sammlung 1798 (1), 97.
Gilly 1795, 97, 102.
¹⁴⁶³Gilly 1795, 108.
¹⁴⁶⁴Meinert 1797, 18-19.
¹⁴⁶⁵Manger 1785, 145.
¹⁴⁶⁶Krünitz 1796, 183.
¹⁴⁶⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 213.
¹⁴⁶⁸Meinert 1797, 15.
Bode 1804, 68, 69.
Rommerdt 1828, 144.
¹⁴⁶⁹Krünitz 1802, 738.
¹⁴⁷⁰Meerwein 1802, 19.
¹⁴⁷¹Menzel 1847, 191.
¹⁴⁷²Gernrath 1825. Bd. 1., 132.
Sachs 1825, 100.
Rudolph 1829, 101.
Menzel 1835, 304.
Linke 1850, 92.
¹⁴⁷³Wolfram 1818, 188.
Schinkel 1835, 6.
¹⁴⁷⁴Wolfram 1838, 121.
¹⁴⁷⁵Bleichrodt 1830. Bd. 2., 298.
Wiebeking 1826, 238.
Breymann 1856, 44.
¹⁴⁷⁶Wolfram 1838, 121.
Wolfram 1839, 90.
Breymann 1856, 44.
¹⁴⁷⁷Wiebeking 1826, 236.
Breymann 1856, 44.
¹⁴⁷⁸Maillard 1817. Bd. 3., 402.
¹⁴⁷⁹Heigelin 1828. Bd. 1., 74, 75.
¹⁴⁸⁰Wolfram 1838, 121.
Breymann 1856, 44.
Linke 1850, 92.
¹⁴⁸¹Triest 1809. Bd. 2., 416.
¹⁴⁸²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 213.
¹⁴⁸³Meinert 1797, 15.
Menzel 1847, 165.
¹⁴⁸⁴Berson 1804, 52.
Rommerdt 1828, 144.
Wolfram 1818, 188.
¹⁴⁸⁵Meinert 1797, 15, 67, 71.
Gilly 1799 (1), 17.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 213.
Riedel 1803, 4.
Berson 1804, 52.
Triest 1809. Bd. 1., 144.
¹⁴⁸⁶Rommerdt 1828, 144.
¹⁴⁸⁷Berson 1804, 52.
Rudolph 1829, 101.
Menzel 1847, 192, 197.

¹⁴⁸⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 213.
Berson 1804, 52.
Krünitz 1802, 738.
Bode 1804, 69.
Wiebeking 1826, 238, 239.
Sachs 1825, 100.
Rudolph 1829, 109.
Wedek 1849, 85-89.
¹⁴⁸⁹Sachs 1825, 133, 134.
Leybald 1858, 5.
¹⁴⁹⁰Linke 1850, 94, 95.
¹⁴⁹¹Triest 1809. Bd. 1., 144.
¹⁴⁹²Wolfram 1818, 198.
Rudolph 1829, 109.
¹⁴⁹³BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 89.
Mitglieder 1798, 86.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 214.
¹⁴⁹⁴Bode 1804, 69.
Rommerdt 1828, 145.
¹⁴⁹⁵Rommerdt 1828, 145.
¹⁴⁹⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 214.
Triest 1809. Bd. 1., 127.
Linke 1850, 95.
¹⁴⁹⁷Rommerdt 1828, 145.
¹⁴⁹⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 214.
Schinkel 1835, 7.
¹⁴⁹⁹Sachs 1831, 47.
¹⁵⁰⁰Gilly 1800 (1). Bd. 1., 215.
Bode 1804, 69.
Triest 1809. Bd. 2., 409.
¹⁵⁰¹Berson 1804, 21.
¹⁵⁰²Linke 1850, 95.
¹⁵⁰³Manger 1785, 145.
Meinert 1797, 15.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 214.
Rudolph 1829, 101.
Rommerdt 1828, 145.
Triest 1809. Bd. 2., 408.
Wolfram 1818, 197.
Breymann 1856, 87.
¹⁵⁰⁴Breymann 1856, 87.
¹⁵⁰⁵Triest 1809. Bd. 1., 127.
¹⁵⁰⁶Meinert 1797, 16.
¹⁵⁰⁷Linke 1850, 96.
¹⁵⁰⁸Bode 1804, 69.
Wolfram 1818, 197.
¹⁵⁰⁹Manger 1785, 145.
Triest 1809. Bd. 1., 127.
Triest 1809. Bd. 2., 408.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 298.
Linke 1850, 95.
¹⁵¹⁰Meinert 1797, 15.
Berson 1804, 52.
¹⁵¹¹Meinert 1797, 16.
¹⁵¹²Gilly 1800 (1). Bd. 1., 215.
¹⁵¹³Linke 1850, 96.
¹⁵¹⁴Helfenzrieder 1787, 161.
Rommerdt 1828, 145.
Rudolph 1829, 110.
Linke 1850, 94, 95.
BLHA: Pr. Br. Rep. 30 A Berlin Nr. 17. Acta Bauwesen in hiesigen Residenzen betreffend von 1795 bis 1809. 89.

¹⁵¹⁵Gilly 1800 (1). Bd. 1., 217.
Rommerdt 1828, 145.
Wolfram 1838, 121.
¹⁵¹⁶Gilly 1800 (1). Bd. 1., 217.
¹⁵¹⁷Gilly 1800 (1). Bd. 1., 217.
Wolfram 1818, 199.
¹⁵¹⁸Gilly 1800 (1). Bd. 1., 217.
Wolfram 1838, 121.
¹⁵¹⁹Linke 1850, 94, 95.
¹⁵²⁰Sachs 1831, 47.
Linke 1850, 95.
¹⁵²¹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 218.
¹⁵²²Rudolph 1829, 111.
¹⁵²³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 214-216.
¹⁵²⁴Linke 1850, 94.
¹⁵²⁵Berson 1804, 52.
¹⁵²⁶Bode 1804, 70.
Wolfram 1818, 200.
Menzel 1835, 305.
¹⁵²⁷Triest 1809. Bd. 2., 416.
¹⁵²⁸Schinkel 1835, 7.
¹⁵²⁹Gilly 1800 (1). Bd. 1., 218.
Berson 1804, 52.
Triest 1809. Bd. 2., 409.
Bode 1804, 70.
Wolfram 1818, 199.
Schinkel 1835, 7.
¹⁵³⁰Berson 1804, 52.
¹⁵³¹Linke 1850, 94.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 218.
Menzel 1835, 305.
¹⁵³²Berson 1804, 52.
¹⁵³³Gilly 1800 (1). Bd. 1., 218.
Berson 1804, 52.
Linke 1850, 94.
¹⁵³⁴Menzel 1835, 304.
¹⁵³⁵Meinert 1797, 15.
Manger 1785, 146.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 213.
Triest 1809. Bd. 1., 127.
Triest 1809. Bd. 2., 409.
Wolfram 1838, 121.
¹⁵³⁶Berson 1804, 52.
¹⁵³⁷Menzel 1847, 196.
¹⁵³⁸Linke 1850, 94.
Berson 1804, 52.
Triest 1809. Bd. 1., 127.
Sachs 1831, 47.
¹⁵³⁹Meinert 1797, 67.
¹⁵⁴⁰Berson 1804, 52.
Rommerdt 1828, 145.
Bode 1804, 69.
Triest 1809. Bd. 2., 408, 418.
Bleichrodt 1830. Bd. 2., 298.
¹⁵⁴¹Sachs 1831, 47.
¹⁵⁴²Menzel 1847, 196.
¹⁵⁴³Breymann 1856, 208.
Rommerdt 1828, 145.
Wolfram 1818, 199.
Triest 1809. Bd. 1., 128.
Gilly 1800 (1). Bd. 1., 213.
Wolfram 1838, 121.
¹⁵⁴⁴Bode 1804, 69.
Triest 1809. Bd. 2., 408.
¹⁵⁴⁵Leybald 1858, 13.
¹⁵⁴⁶Berson 1804, 52.

- ¹⁵⁴⁷Menzel 1835, 304.
¹⁵⁴⁸Bleichrodt 1830. Bd. 2., 298.
Menzel 1847, 191,192,197.
¹⁵⁴⁹Menzel 1847, 191,192.
¹⁵⁵⁰Menzel 1835, 304.
¹⁵⁵¹Menzel 1835, 304.
Menzel 1847, 165.
¹⁵⁵²Menzel 1835, 304.
¹⁵⁵³Meerwein 1802, 19.
¹⁵⁵⁴Gilly 1800 (1). Bd. 1., 218.
Rudolph 1829, 111.
¹⁵⁵⁵Förster 1850, 182.
¹⁵⁵⁶Wolfram 1818, 199.
Wolfram 1838, 121.
Romberg 1838, 40.
Linke 1850, 94.
Breymann 1856, 92.
¹⁵⁵⁷Flaminus 1836 (1), 4.
¹⁵⁵⁸Ehrenberg 1835, 291,292.
¹⁵⁵⁹Flaminus 1836 (1), 4.
Notizblatt 1834, 18.
¹⁵⁶⁰Notizblatt 1834, 17.
¹⁵⁶¹Notizblatt 1834, 17.
¹⁵⁶²Notizblatt 1834, 18.
¹⁵⁶³Breymann 1856, 87,88.
¹⁵⁶⁴Notizblatt 1834, 17.
Breymann 1856, 87,88.
¹⁵⁶⁵Menzel 1835, 305.
¹⁵⁶⁶Sachs 1831, 47,48.
¹⁵⁶⁷Linke 1850, 122.
¹⁵⁶⁸Linke 1850, 94.
Sachs 1831, 47.
¹⁵⁶⁹Linke 1850, 95.
¹⁵⁷⁰Friderici 1800, 81.
¹⁵⁷¹Wolfram 1818, 188.
Rommerdt 1828, 144.
Menzel 1847, 197.
Linke 1850, 94.
¹⁵⁷²Meinert 1797, 401.
Sachs 1825, 102.
¹⁵⁷³Wolfram 1818, 188.
¹⁵⁷⁴Maillard 1817. Bd. 3., 402.
Menzel 1845, 49.
¹⁵⁷⁵Catel 1802, 38.
¹⁵⁷⁶Catel 1802, 39.
¹⁵⁷⁷Catel 1802, 39.
¹⁵⁷⁸Salzenberg 1839, 13.
¹⁵⁷⁹Förster 1841, 128,129.
¹⁵⁸⁰Wedeke 1849,
¹⁵⁸¹Belidor 1757. Buch 4., 72.
¹⁵⁸²Dalberg 1792, 10.
Wiebeking 1826, 229.
¹⁵⁸³Wiebeking 1826, 229.
¹⁵⁸⁴Rondelet 1834, 329,330.
¹⁵⁸⁵Büsch 1800, 158.
Mehrtens 1887, 39.
¹⁵⁸⁶Mehrtens 1887, 39.
¹⁵⁸⁷Wiebeking 1825, 173,174.
Linke 1850, 105.
Romberg 1838, 47.
Menzel 1835, 310.
¹⁵⁸⁸Hoffmann 1845, 167.
Romberg 1838, 47.
Wiebeking 1825, 173,174.
Linke 1850, 105.
¹⁵⁸⁹Wiebeking 1825, 206,207.
Mansbridge 1991, 130.
- ¹⁵⁹⁰Wiebeking 1825, 206,207.
¹⁵⁹¹Menzel 1847, 219.
¹⁵⁹²Schinkel 1835, 9.
Breymann 1856, 70.
¹⁵⁹³Wiebeking 1825, 206,207.
¹⁵⁹⁴Linke 1850, 105.
Schinkel 1835, 10.
¹⁵⁹⁵Menzel 1835, 310.
Linke 1850, 104,105.
¹⁵⁹⁶Hoffmann 1845, 167.
¹⁵⁹⁷Romberg 1838, 47.
¹⁵⁹⁸Menzel 1847, 220.
Romberg 1838, 47,48.
Wiebeking 1825, 173,174.
Hoffmann 1845, 167.
¹⁵⁹⁹Förster 1850, 182.
Linke 1850, 105.
¹⁶⁰⁰Hoffmann 1845, 167.
¹⁶⁰¹Romberg 1838, 47.
Menzel 1847, 219,220,223.
Menzel 1835, 310.
Schinkel 1835, 9,10.
Rondelet 1834, 329,330.
Breymann 1856, 86.
¹⁶⁰²Hoffmann 1845, 171.
¹⁶⁰³Hoffmann 1845, 170.
¹⁶⁰⁴Schinkel 1835, 10.
Hoffmann 1845, 168.
Breymann 1856, 70.
¹⁶⁰⁵Hoffmann 1845, 168.
¹⁶⁰⁶Hoffmann 1845, 168.
¹⁶⁰⁷Förster 1850, 182.
¹⁶⁰⁸Romberg 1838, 47.
Schinkel 1835, 10.
¹⁶⁰⁹Bleichrodt 1830. Bd. 2., 162.
Menzel 1835, 310.
Romberg 1838, 48.
Linke 1850, 105.
Romberg 1838, 47.
Meinert 1797, 57.
¹⁶¹⁰Heyder 1852, 11.
¹⁶¹¹Linke 1850, 105.

- Accum 1826**, Accum, Friedrich, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, deren Wahl, Verhalten und zweckmässige Anwendung. Ein Handbuch für den öffentlichen Unterricht in der königlichen Bau-Akademie zu Berlin und zum Selbststudium für Baumeister, Technologen, Kameralisten und Oekonomen. Berlin 1826.
- Ahnert 1991**, Ahnert, R.; Krause, K. H.; Maier, E.; Mönck, W., Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960 zur Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz. Bd. 1. Gründungen, Wände, Decken, Dachtragwerke. 3. Auflage Berlin 1991.
- Alberti 1991**, Alberti, Leon Battista, Zehn Bücher über die Baukunst. Ins Deutsche übertragen, eingeleitet und mit Anmerkungen und Zeichnungen versehen durch Max Theuer. In: Bibliothek klassischer Texte. unveränd. Nachdruck der 1. Aufl. Wien, Leipzig 1912. Darmstadt 1991.
- Angermann 1766**, Angermann, Johann Gotthilf, Allgemeine practische Civil-Bau-Kunst, welche zum Vortheil aller Haus-Wirthe und Bau-Verstaendigen abgefasst worden von Johann Gotthilf Angermann koenigl. Preuß. Land-Bau-Meister des Fürstenthums Minden, und der Grafschaften Ravensberg, Lingen und Tecklenburg. Halle 1766.
- Anweisung 1827**, Anweisung durch Construction die für ein jedes Gewölbe nöthige Stärke seiner Widerlagen, für die Praxis vollkommen hinreichend genau zu finden. Glogau u. Leipzig 1827.
- Apfaltern 1782**, Apfaltern v., Leopold, Abhandlung von dem Drucke der Gewölbe auf ihre Seitenmauern. Wien 1782.
- Architectura 1720**, Architectura Theoretico-Practica, oder Neu-inventirte Stadt-Land- und andere Oeconomische Gebäude Bestehend in Gräfl. Freyherrl. und Adelichen Ritter-Sitzen, Gärten, Hoffröthen, Scheunen, Schupfen, Ställen, Brauhöfen u. Auch Bürgerlichen Gebäuden und Wohnungen, Nach heutiger Art und Erforderung Vor alle und jede Anbauer oder Bau-Herren.... Leipzig 1720.
- Architektonische 1864**, Architektonische Notizen. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Berlin 1864. 24-27.
- Argues 1699**, Argues, Des Herrn des Argues von Lion Kunstrichtig- und Probmäßige Zeichnung zum Stein-Hauen In der Baukunstherausgegeben durch A. Bosse, Kupferstecher zu Paris. ... Nürnberg 1699.
- Ashurst 1995**, Ashurst, John; Ashurst Nicola, Brick, Terracotta & Earth, Volume 2. In: *Practical Building Conservation. English Hertiage Technical Handbook*. Hants Reprint 1995.
- Auer 1990**, Auer, Gerhard; Burkhardt, Berthold, Über die Schwierigkeit einfache Körper zu bauen. In: *Daidalos* Nr. 35. 1990. 93-99.
- Bandhauer 1836**, Bandhauer, G., Bericht über die landwirthschaftlichen Quadrathohlbauten im Herzogthum Anhalt-Köthen ... auf den herzoglichen Domainen zur Sorge und zu Baasdorf. In: *Allgemeine Bauzeitung* Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, 1. Jg. Wien 1836. 86-88.
- Bartmann-Kompa 1990**, Bartmann-Kompa, Ingrid; Drescher, Horst, Bau- und Kunstdenkmale in Potsdam. Stadtkreis und Landkreis. Hrsg. Institut für Denkmalpflege. Berlin 1990.
- Baudisch 1995**, Baudisch, Rosemarie, Geographische Grundlagen und historisch-politische Gliederung Brandenburgs. In: *Brandenburgische Geschichte*. Hrsg. Materna, Ingo; Ribbe, Wolfgang, Berlin 1995. 15-44.
- Bauer 1991**, Bauer, Christine Helga, Anspruch und Wirklichkeit Landesherrlicher Baugesetzgebung. Analyse der Wechselbeziehung zwischen Verordnungen und Hausbau in Hessen-Kassel bzw. Kurhessen von 1532 bis 1866. Dissertationsschrift an der Philipps-Universität Marburg. Marburg 1991.
- Baumgart 1953**, Baumgart, Fritz, Ägyptische und klassizistische Baukunst. Ein Beitrag zu den Wandlungen des architektonischen Denkens in Europa. In: *Humanismus und Technik. Zeitschrift zur Erforschung und Pflege der Menschlichkeit*. Hrsg. Gesellschaft von Freunden der technischen Universität Berlin-Charlottenburg. Berlin 1953.
- Bauordnung 1853**, Bau-Polizei-Ordnung für Berlin und dessen Bau-Polizei-Bezirk. Amtlicher Abdruck, Berlin 1853.
- Becker 1949**, Becker, Josef, Von der Bauakademie zur Technischen Universität. 150 Jahre Technisches Unterrichtswesen in Berlin. Berlin-Charlottenburg 1949.
- Beckmann 1784**, Beckmann, Johann, Beyträge zur Geschichte der Erfindungen. Bd. 2. Leipzig 1784-1788. Nachdruck. Hildesheim 1965.
- Behr 1677**, Behr, Johann Heinrich, Der Verschanzte Lurenne Oder Gründliche Alt- und Neue Kriegs=Bau=Kunst / Worinnen aus den benöthigten Fundamenten Einer vortheilhafften/ ungemeinen und meist Geometrischen Arithmetic, und Gründlichen Vollständigen Geometrie..../ Über die Niederländische oder Freytagische Fortification Noch Sechs ganz Andere Neu- oder mehr verstärckte Befestigungs=Arten der beisten Ingenieurs ietziger Zeit deutlich für Incipienten und gründlich für Practicanten anweist. Johann Heinrich Behr/ P. Mit Chur=Sächsischer ertheilten Freyheit. Franckfurt und Leipzig/ zu finden bey Christian Weidmann.Gedruckt bey Georg Heinrich Müllern in Gera 1677.
- Behrens 1796**, Behrens, Ernst Christian August, Die mecklenburgische Land-Baukunst oder Sammlung von Orginal-Zeichnungen, wornach gebauet worden ist, und noch gebauet wird, zum Gebrauch für Guts- Besizzer, Beamten, Forst- und Oekonomie-Bedienten und Pächter. Schwerin und Wismar 1796.
- Beise 1836**, Beise, Versuche über die Widerstandsfähigkeit der bekanntesten und nützlichen Bausteine, welche das Rheinische Schiefergebirge und das daran grenzende Flötzgebirge an der Mosel und in den Ardennen liefern, angestellt im Festungs-Bauhofe zu Coblenz. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Berlin 1836. Bd. 1. Heft 2., 89-100.
- Belidor 1722**, LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAU AUX DE FORTIFICATION ET D'ARCHITECTURE CIVILE. Paris M.D.CC.XXII. (1722).
- Belidor 1729**, LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAU AUX DE FORTIFICATION ET D'ARCHITECTURE CIVILE. Paris M.D.CC.XXIX. (1729).
- Belidor 1757**, Herrn Belidors Ordentlichen Commissars der Artillerie, Königl. Professors der Mathematik in den Artillerie-Schulen, Mitgliedes der königlich Englischen und Preußischen Akademien der Wissenschaften, wie auch Correspondenten der Pariser. Ingenieur-Wissenschaft. bei aufzuführenden Vestungs-Werken und bürgerlichen Gebäuden. Mit einer Zuschrift an den König von Frankreich. aus dem Französichen übersetzt. Nürnberg 1757.

LITERATURVERZEICHNIS

- Belidor 1766**, ARCHITECTURA HYDRAULICA. oder: Die Kunst, Das Gewässer des Meeres und der Flüße zum Vortheil der Vertheidigung der Festungen, des Handels und des Ackerbaues anzuwenden. Von Herrn Belidor. Zweyter Theil. Deutsche Übersetzung. Erste und zweyte Ausgabe (Kapitel) der Version. Augspurg 1766.
- Bender 1995**, Bender, Willi, Lexikon der Ziegel. vom Aaldeckenziegel bis zum Zwischenwandziegel in Wort und Bild. 2. überarbeitete Aufl. . Berlin, Wiesbaden 1995.
- Berlepsch 1850**, Berlepsch, Hermann Alexander, Chronik der Gewerke. Bd. 1. Deutsches Städtewesen und Bürgerthum in Beziehung zu den Gewerken und deren Innungen. Ausgabe 1850. Neudruck Osnabrück 1966.
- Bernhard 1992**, Bernhard, Andreas; Petersen, Peter, Potsdam Denkmalpflegerisches Gutachten. Zweite barocke Stadterweiterung. Berlin 1992-93. (unveröffentlicht)
- Bernhard 1993**, Bernhard, Andreas; Petersen, Peter, Potsdam Denkmalpflegerisches Gutachten. Erste barocke Stadterweiterung. Berlin 1993. (unveröffentlicht)
- Berson 1797**, Berson, F. B., Über die gewöhnliche Bauart der Schornsteinröhren unter dem Dache, nebst Vorschlägen, wie selbige dauerhafter zu erbauen sind. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preuß. Ober-Bau-Departments., Bd. 1. Berlin 1797. 96-127.
- Berson 1804**, Berson, F. B., Instruktion für Bau- und Werkmeister, über die Einrichtung und Anlage der bürgerlichen Wohnhäuser in den Provinzialstädten, nebst den nöthigen Rissen, um sich derselben beim Entwerfen und Erbauen neuer Häuser als Beispiele bedienen zu können. Berlin 1804.
- Beuth 1822**, Beuth, Ueber die Gewerbschule oder das technische Institut in Preußen. In: *Polytechnisches Journal*, Hrsg. Dingler, Jo. Go., Bd. 9. 1822. 381-394.
- Beuth 1848**, Beuth, Bauausführungen des Preußischen Staats. Für den Dienstgebrauch herausgegeben von dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Bd. 2. Berlin 1848.
- Biller 1986**, Biller, Thomas, Die Entwicklung des Bürgerhauses in Berlin und in der Mark Brandenburg vor dem Dreißigjährigen Krieg (12.-16. Jahrhundert) In: Berlin-Forschungen, Bd. 1. Einzelveröffentlichungen der Historischen Kommission zu Berlin Bd. 54. Berlin 1986.
- Bleichrodt 1830**, Bleichrodt, Wilhelm Günther, Architektonisches Lexikon oder allgemeine Real-Encyklopädie der gesammten architektonischen und dahin einschlagenden Hilfswissenschaften als Geschichte, Biographie, Plastik und Malerei, sowie aller Gegenstände des Land- und Wasserbaues, des Straßen- und Brückenbaues, der Maschinerie, der theoretischen und praktischen Mathematik, der Feldmeßkunst, der bauwissenschaftlichen Physik, Chemie, Mineralogie, Botanik u. Für Architekten und solche, die es werden wollen, für Baugewerbe, Staats- und Communalbehörden, Staatsbeamte, Land- und Hauswirthe u.. Ilmenau Bd. 1. A-E. / Bd. 2. F-P. 1830.
- Bleichrodt 1848**, Bleichrodt, Wilhelm Günther, Das Meister-Examen der Maurer und Zimmerleute in den deutschen Bundesstaaten, vorzugsweise in Preußen und Bayern. 2. Aufl. Weimar 1848.
- Bode 1804**, Bode, Wilhelm, Grundriß der ländlichen Baukunst. Ein Handbuch zu Vorlesungen über diese Wissenschaft. Breslau 1804.
- Boeckler 1698**, Boeckler, Georg Andreas, Die Baumeisterin Pallas/ oder der in Deutschland entstandene Palladius, posthum Nürnberg 1698, Faksimile, Nördlingen 1991.
- Bolenz 1991**, Bolenz, Eckhard, Vom Baubeamten zum freiberuflichen Architekten. Technische Berufe im Bauwesen (Preußen/ Deutschland, 1799-1931). Frankfurt / Main 1991.
- Borheck 1792**, Borheck, Georg Heinrich, Entwurf einer Anweisung zur Landbaukunst, von Georg Heinrich Borheck, Ober-Baukommissarius und Universitäts-Architekt zu Göttingen. zweiter Theil. Göttingen 1792.
- Böthcke 1795**, Böthcke, E.S.H., Beyträge zur Lehre wie man mit möglichster Schonung des Holzes alle Landgebäude wohlfeil, dauerhaft und feuersicher bauen kann. Berlin 1795.
- Bothe 1987**, Bothe, Rolf, Die Bewertung Friedrich Gillys in der kunst- und bauhistorischen Forschung. In: *Berlin Museum*; Friedrich Gilly 1772-1800 und die Privatgesellschaft junger Architekten. Berlin 1987. 11 -19.
- Bothe 1992**, Bothe, Rolf, Rüdersdorf. Die Bauten in den Kalksteinbrüchen Technologietransfer und Architektur nach 1800. In: *Brandenburgische Denkmalpflege*. 1992 Bd.1. Heft 1. 55-74.
- Böttcher 1987**, Böttcher, Jürgen; Conrad, Günther; Lewerenz, Klaus, Historische Bauweisen im Neuen Museum zu Berlin. In: *Bauplanung Bautechnik* Jg. 41. 1987. 402-405.
- Braun 1830**, Braun, Über die Anwendung des Traß-Bétons zur Fundamentierung der Gebäude. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 3. Heft 1., Berlin 1830. 112-117.
- Brehme 1998**, Brehme, Stefan, Gehlen Stefan, Gründungsversagen und Fundamentsanierung. In: *Generaldirektion der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg*. 1998. 3. Heft der Wissenschaftlichen Reihe. Die Gotische Bibliothek Friedrich Wilhelms II. im Neuen Garten zu Potsdam. Berlin, Potsdam 1998. 67,68.
- Breymann 1856**, Breymann, G. A., Allgemeine Bau-Constructions-Lehre, mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen. Ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte. 1 Theil. Constructionen in Stein. zweite verbesserte und vermehrte Aufl. Stuttgart 1856.
- Breymann 1868**, Breymann, G. A., Allgemeine Bau-Constructions-Lehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen. Neu bearb. H. Lang. I. Theil Constructionen in Stein. Stuttgart 1868.
- Brockhaus 1982**, Brockhaus, Wahrig, Deutsches Wörterbuch. Hrsg. Gerhard Wahrig, Hildegard Krämer, Harald Zimmermann. Bd. 4. K-OZ, Wiesbaden, Stuttgart 1982.
- Brönner 1987**, Brönner, Wolfgang, Die bürgerliche Villa in Deutschland 1830-1890 unter besonderer Berücksichtigung des Rheinlandes. In: *Reihe Beiträge zu den Bau- und Kunstdenkmälern im Rheinland*. Hrsg. Mainzer, Udo, Düsseldorf 1987.

- Buddensieg 1981**, Buddensieg, Tilmann, Das Alte bewahren, das Neue verwirklichen. Zur Fortschrittsproblematik im 19. Jahrhundert. In : *Gestaltende Technik und Bildende Kunst seit der Industriellen Revolution*. Die Nützlichen Künste. Hrsg. Buddensieg, Tilmann, und Rogge, Henning, Berlin 1981, 47-66.
- Büsch 1800**, Büsch, Johann Georg, Praktische Darstellung der Bauwissenschaft. 1. Bd. Welcher die bürgerliche Baukunst enthält. 2. vermehrte und verbesserte Ausgabe. Hamburg 1800.
- Cante 1992**, Cante, Marcus; Drachenberg, Thomas, Brandenburg an der Havel. Erste Ergebnisse der denkmalpflegerischen Häusererfassung 1991. In: *Brandenburgische Denkmalpflege*. 1992 Bd. 1. Heft 1. 25-48.
- Catel 1802**, Catel, Louis, Vorschläge zur Verbesserung der Schauspielhäuser von Louis Catel Architekt. Berlin 1802.
- Catel 1806**, Catel, Louis, Vorschläge zu einigen wesentlichen Verbesserungen der Fabrikation der Ziegel, welche dahin abzuwecken, sowohl im Winter als im Sommer Ziegel anfertigen zu können, Berlin 1806.
- Catel 1808**, Catel, Louis, Guter Rath für denjenigen Landmann, welcher durch die Folgen des Krieges, sein Wohnhaus, seine Ställe und Scheunen eingebüßt hat. Wie er mit ansehnlicher Kosten-Ersparung und beinahe mit der Hälfte des bisher erforderlich gewesen Bauholzes, dieselben wieder aufbauen könne. ..von Louis Catel Architekten und königl. Preuß. Akademischen Künstler, Berlin 1808.
- Cochius 1829**, Cochius, Beschreibung einiger Werkzeuge zur Erleichterung und Verbesserung der Ziegel-Fabrication. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Berlin 1829. Bd. 1. Heft 1., 61-67.
- Cointereaux 1803**, Cointereaux, François, Die Pisé-Baukunst, in ihrem ganzen Umfang, oder vollständige und faßliche Beschreibung des Verfahrens, aus blosser gestampfter Erde, ohne weitere Zuthat, Gebäude und Mauerwerk von aller Art wohlfeil, dauerhaft, feuerfest, und sicher gegen Einbruch aufzuführen. übersetzt und mit Zusätzen versehen von Christian Ludwig Seebaß. Leipzig (1803). Nachdruck Augsburg 1989.
- Colberg 1792**, Colberg, Johann Friedrich, Abhandlung über die Ausmittelungs-Gründe, Größe und Anlage der Unterthanen-Gebäude auf die Verfassung der Unterthanen in der Mittelmark der Kurmark Brandenburg gerichtet, mit Rissen und Anschlägen, von Johann Friedrich Colberg, königlichem Bauinspektor im Departement Kurmark. Berlin 1792.
- Collins 1965**, Collins, Peter, Changing ideals in modern architecture 1750 - 1950. London 1965.
- Crelle 1829 (1)**, Crelle, A. L., Nachricht von einem musivischen Abputz der Gebäude. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Bd. 1. Heft 1., Berlin 1829. 91-94.
- Crelle 1829 (2)**, Crelle, A. L., Einiges über die Heizung mit erwärmter Luft. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Bd. 1. Heft 2., Berlin 1829. 178-212.
- Crelle 1829 (3)**, Crelle, A. L., Feuerfeste Treppen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Bd. 1. Heft 3., Berlin 1829. 250-265..
- Crelle 1829 (4)**, Crelle, L. A., Enge Schornsteinröhren. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Berlin 1829. Bd. 1. Heft 3., 266-289.
- Crelle 1831**, Crelle, L. A., Anwendung des Eisens zur Beförderung der Feuerfestigkeit der Gebäude. Auszug aus dem Belgischen Industriel im Journal du génie civil. Band 6. Januar-Heft 1830. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 4. Heft 3., Berlin 1831. 355-358.
- Crelle 1833**, Crelle, L. A., Beschreibung des Hauptgesimses an der neuen Garde- du- corps Caserne in der Charlottenstrasse zu Berlin. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 6. Heft 3., Berlin 1833. 213-214.
- Crelle 1835**, Crelle, A. L., Zur Vervollkommen der Wohngebäude in den Städten. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 8. Heft 1., Berlin 1835.
- Crelle 1840 (1)**, Crelle, A. L., Von der vortheilhaftesten Gestalt der Gewölbe aus zwei gleichen Kreisbogen und der von ihnen bedeckten Räume; zugleich ein Beitrag zur Statik der Gewölbe. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 14. Heft 4., Berlin 1840. 301-342.
- Crelle 1840 (2)**, Crelle, A. L., Wie sich Landwirthschafts-Gebäude ohne unverhältnißmäßige Erhöhung der Kosten völlig feuersicher und zugleich dauerhaft würden bauen lassen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 14. Heft 4., Berlin 1840. 365-410.
- Crelle 1841**, Crelle, L. A., Ueber die Fundamentirung der Gebäude auf Sand. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 15. Heft 1., Berlin 1841. 67-87.
- Crelle 1843**, Crelle, A. L., Zu der Kunst feuerfest zu bauen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 19. Heft 1., Berlin 1843. 1-50.
- Dalberg 1792**, Dalberg v., Carl, Versuch einiger Beyträge über die Baukunst. Erfurt 1792.
- Daly 1841**, Daly, César, Ueber die Construction von Terrassen und flachen Gewölben. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1841. 175-182.
- Dätzel 1785**, Dätzel, Georg Anton, Von der besten Figur der Gewölber und Schwibbögen. In: *Leipziger Magazin für Naturkunde, Mathematik und Oekonomie*. Hrsg. R. G. Leske, C. F. Hindenburg. Jahrgang 1784. 2 Stück. Leipzig 1785. 129-158.
- Daviler 1699**, Daviler, A. C., Ausführliche Anleitung/ zu der ganzen CIVIL Baukunst, von Sr. A. C. Daviler, königl. Französis. Baumeister/ anjetzo aber in das Teutsche übersezt/...vermehret von Leonhard Christoph Sturm/ Math. Prof. P. in Wolfenbüttel. Amsterdam 1699.

LITERATURVERZEICHNIS

- Daviler 1759**, Daviler, A. C., Ausführliche Anleitung zu der ganzen Civil-Baukunst, worinnen Nebst den Lebens-Beschreibungen, und den fünf Ordnungen von J. Bar. de Vignola Wie auch dessen und des berühmten Mich. Angelo vornehmsten Gebäuden, Alles, was in der Baukunst dem Bauzeuge, der Austheilung und der Verzierung nach, so wohl bey der Bildhauer, Mahler,u. d. gl. Arbeit an allerley Arten der Gebäude vorkommen mag. berührt, an deutlichen Beyspielen erklärt ...Erstliche in Französischer Sprache zusammen getragen und heraus gegeben von Sr. A. C. Davilier, königl. Französ. Baumeister, nach diesem in das Teutsche übersetzt ...von Leonh. Christ. Sturm, damahl. Math. P.P. . Augspurg 1759.
- Derand 1755**, Derand, Francois, L'ARCHITECTURE DES VOÛTES, ou L'Art des Traits, et coupes des Voûtes; Traité Test-Untile et Necessaire a Tous les Architectes, Maîtres Massons, Appareilleurs, Tailleurs de Pierres, ...Paris M. D CC. LV. (1755)
- Dietlein 1823**, Dietlein, J. F. W., Beitrag zur Statik der Kreuzgewölbe. Halle 1823.
- Dingler 1827**, Dingler, Gottfried Johann, Verbesserte Schornsteine oder Züge zum Haus- und Fabrik-Gebrauche, worauf Joh. Wilh. Hiort, Architekt und Inspector, und Chief Engineer at the Office of Works and public Buildings, Whitehall, am 8.11.1825 sich ein Patent ertheilen ließ. In: *Polytechnisches Journal* Bd. 26. Stuttgart 1827. 199-200.
- Dobbert 1899**, Dobbert, Eduard, Bauakademie, Gewerbeakademie und Technische Hochschule bis 1884. Historische Skizze. In: *Chronik der königlichen Technischen Hochschule zu Berlin 1799-1899*. Berlin 1899.
- Döhler o.J.**, Döhler, Christian, Kurze Beschreibung der Handwerks- Rechte und Gewohnheiten. Nach der heutigen Observanz, nebst einem Register. Jena o. Jg. ca. erste Hälfte 18. Jh.
- Drake 1742**, Drake v., Andreas, Gedanken vom Nutzen der krummen Linien in Künsten und Wissenschaften, aus der Rede ausgezogen, welche Andreas von Drake, Präsident in königl. Majest. und des Reichs Commerzienrathe bey Ablegung seines Präsidentenamts vor königl. Akad. der Wissensch. gehalten hat. In: *Der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Neue Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik*, auf das Jahr 1742 aus dem Schwedischen übersetzt von Abraham Gotthelf Kästner. Bd.4. Hamburg Leipzig. 1750. 3-14.
- Durand 1806**, Durand, J. N. L., Grundlinien der bürgerlichen Baukunst. bearbeitet von Conta C. F. U.. Halle 1806.
- Durand 1831**, Durand, J. N. L., Abriß der Vorlesungen über Baukunst gehalten an der königl. Polytechnischen Schule zu Paris von Durand, J. N. L. übersetzt von Lump, E.R. L. (großherzoglich Badischem Bezirks-Baumeister) erster und zweiter Band Carlsruhe und Freiburg 1831.
- Eckert 1993**, Eckert, Hannes, Altes Mauerwerk nach historischen Quellen. In: *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke*: Baugefüge, Konstruktionen, Werkstoffe; Jahrbuch 1991/ Sonderforschungsbereich 315, Univ. Karlsruhe. Berlin 1993. 19-64.
- Egermann 1996**, Egermann, Ralph, Untersuchungen zum Tragverhalten mehrschaliger Mauerwerkskonstruktionen In: *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke*: Baugefüge, Konstruktionen, Werkstoffe; Jahrbuch 1994/ Sonderforschungsbereich 315, Univ. Karlsruhe. Berlin 1996. 155-180.
- Ehrenberg 1835**, Ehrenberg v., C. F., *Zeitschrift über das gesammte Bauwesen*. Hrsg. Ehrenberg v., C. F., 1. Bd., 9. Heft. Zürich 1835.
- Ehrenberg 1837 (1)**, Ehrenberg v., C. F., Ueber die Anwendung von gebrannten Steinen oder Ziegeln, und von Mörtel. In: *Zeitschrift über das gesammte Bauwesen*, Hrsg. von C.F. von Ehrenberg. Bd. 2. Zürich 1837. 18-23.
- Ehrenberg 1837 (2)**, Technische Notizen und Erfahrungen. In: *Zeitschrift über das gesammte Bauwesen*, Hrsg. von C.F. von Ehrenberg. Bd. 2. Zürich 1837.
- Ehrenberg 1837**, *Zeitschrift über das gesammte Bauwesen*, bearbeitet von einem Vereine Schweizerischer und Deutscher Ingenieure und Architekten. Hrsg. C. E. v. Ehrenberg, Bd. 2. Zürich 1837.
- Ehrlich 1933**, Ehrlich, Heinz, Die Berliner Bauordnungen, ihre wichtigsten Bauvorschriften und deren Einfluß auf den Wohnhausbau der Stadt Berlin. Mit einer Einleitung: Der Wohnhausbau der Stadt Berlin im Mittelalter, in der Zeit vor Erlaß der ersten Bauordnung. Berlin-Charlottenburg 1933.
- Elsner 1829**, Elsner, Über die Anwendung des Béton-Mörtels zum Fundamentiren unter Wasser. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Berlin 1829. Bd. 1. Heft 3., 236-245.
- Elvius 1743**, Elvius, Pehr, Von Kettenlinien, sowol die aus geraden Theilen bestehen, als die beständig gekrümmt sind, deren die ersten zu gebrochenen Dächern, die letztern zu Gewölbern am dienlichsten sind. In: *Der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Neue Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik*, auf das Jahr 1743 aus dem Schwedischen übersetzt von Abraham Gotthelf Kästner. Bd.4. Hamburg, Leipzig 1751. 251-270.
- Emmich 1860**, Emmich, Mittheilung über eine neue Art englischer Ziegelöfen, namentlich zum Brennen von Hohlsteinen, Röhren u. dergl. Thonwaaren. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. Koblauch. Berlin 1860. 193-194.
- Engel 1830**, Engel, Über Fundament aus Bruchsteinen ohne Mörtel. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 2. Heft 1., Berlin 1830. 23-26.
- Engel 1834**, Engel, Einiges über den Bau feuerfester Treppen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 7. Heft 1., Berlin 1834. 1-27.
- Engel 1847**, Engel, F., Der Bau in Kalk-Sand-Pisé. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1847. 9-14.
- Engel 1849**, Engel, F., Ueber Sand-Kalk-Piséebau. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1849. 17-22.
- Engel 1863**, Engel, F., Die Vorteile bei der Anfertigung und Verwendung der hohlen Mauersteine. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Berlin 1863. 354-357.
- Espie 1760**, Espie d', Abhandlung von unverbrennlichen Gebäuden und der Art und Weise, wie solche vermittelt platter Gewölbe und Dächer aus Ziegelsteinen und Gips, ohne Zimmerarbeit, zu bauen sind. Frankfurt und Leipzig 1760.

- Esselborn 1913**, Esselborn, Karl, (Hrsg.) Beutinger, E.; Kossmann, B.; R  th, G.; Steinberger, H.; Weder, R., Lehrbuch des Hochbaues. zweite, stark vermehrte Auflage. Erster Band. Steinkonstruktionen und Grundbau. Holzkonstruktionen. Eisenkonstruktionen. Veranschlagen. Bau  hrung. Beleuchtungs-, Heizungs- und andere Anlagen. Leipzig 1913.
- Eytelwein 1799**, Eytelwein, Nachricht von der Errichtung der Königlichen Bauakademie zu Berlin. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des K  gl. Preuß. Ober-Bau-Departments. zweiter Theil. Berlin 1799. 28-40.
- Eytelwein 1805**, Eytelwein, Johann Albert, Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, welche eine Anleitung zur Entwurfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue. Drittes Heft. Von den Bollwerken und Futtermauern. Berlin (1805) 1820.
- Eytelwein 1808**, Eytelwein, Johann Albert, Handbuch der Statik fester Körper. Mit vorzüglicher Rücksicht auf ihre Anwendung in der Architektur. Bd. 1. u. 2. Berlin 1808.
- Eytelwein 1831**, Eytelwein, Einiges über landwirthschaftliche Gebäude. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 4. Heft 2., Berlin 1831. 121-130.
- Faber 1950**, Faber, Alfred, 1000 Jahre Werdegang von Herd und Ofen. In: *Deutsches Museum Abhandlungen und Berichte* 18. Jg. 1950. Heft 3. München, Düsseldorf 1950.
- Faerber 1920**, Faerber, Konrad, Das Herrenhaus in Klein-Machnow bei Berlin, ein Lehmhaus. In: *Zentralblatt der Bauverwaltung* Herausgegeben im Preussischen Finanzministerium Bd. 40. Nr. 30., Berlin 1920. 177.
- Felbiger 1783**, Felbiger v., Johann Ignatz, Ober-Direktors des deutschen Schulwesens in den K.K. Staaten. Anleitung Schulgebäude auf dem Lande wohl abzutheilen, wohlfeil, dauerhaft und Feuersicher aufzuführen. Leipzig 1783.
- Filarete 1890**, Filarete, Antonio Averlino, Tractat über die Baukunst. Hrsg. Oettingen v., Wolfgang, Wien 1890.
- Flaminus 1836 (1)**, Flaminus, Emil, Ueber den Bau des Hauses für die allgemeine Bauschule in Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung...* Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, 1 Jg. Wien 1836. 3-5.
- Flaminus 1836 (2)**, Flaminus, Emil, Fortsetzung Ueber den Bau des Hauses für die allgemeine Bauschule in Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung...* Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, 1 Jg. Wien 1836. 9-13.
- Fleischinger 1993**, Fleischinger, A.F.; Becker, W.A., Die Mauer-Verbände. Die Mauerwerks- und Stein-Constructions. Berlin 1859. In: *Klassische Vorlagenb  cher für den Praktiker*. Bd. 6. Hannover 1993.
- Forster 1782**, Forster, Johann Reinhold, Auf Vernunft und Erfahrung gegründete Anleitung den Kalk und Mörtel so zu bereiten, daß die damit aufzuführenden Gebäude ungleich dauerhafter seyn, auch im Ganzen genommen, weniger Kalk verbraucht werde. Ein Beitrag zur Naturkunde und Technologie, zum Nutzen aller Baumeister und Baulustigen von Johann Reinhold Forster. Berlin 1782.
- Förster 1836 (1)**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Hrsg. Ueber enge Kamine. In: *Allgemeine Bauzeitung ...* 1. Jg. Wien 1836. 13-15.
- Förster 1836 (2)**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Hrsg. Heizung mit erwärmter Luft in der neuen Bauschule zu Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung ...* 1. Jg. Wien 1836. 225-230.
- Förster 1837 (1)**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Hohle Ziegel, ihre Erzeugung und Anwendung. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1837. 330-333.
- Förster 1837 (2)**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Boden- und Deckenkonstruktionen mit hohlen Ziegeln. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1837. 334-335.
- Förster 1838**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Hrsg. Ueber die Natur und Eigenschaften des Konkretes (Bétons) und seine Anwendung bei der Aufführung von Gebäuden. gekrönte Preisschrift von George Godwin. In: *Allgemeine Bauzeitung*. mit Abbildungen. 3. Jg. Wien 1838. 122-124.
- Förster 1841**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Beschreibung einiger Eisenkonstruktionen, ausgeführt beim Reparaturbau des sogenannten deutschen Domes in Berlin. 1) Konstruktion der gußeisernen Balken In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1841. 128-133.
- Förster 1843**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Die Konstruktion der bombenfesten Defensions-Kasematten. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1843.
- Förster 1845**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Berechnung der Gew  blfl  chen von Kreuz- und Klostergewölben. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1845. 194-196.
- Förster 1849**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Mittheilungen über den Zweck, die Einrichtung und die begonnene Wirksamkeit der gemeinnützigen Baugesellschaft zu Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1849. 114-119.
- Förster 1850**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Das Schloß Camenz in Schlesien. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1850. 177-184.
- Förster 1851**, Förster, Christian Friedrich Ludwig, Luftzirkulationssystem zur Trockenlegung der Mauern und Lüftung von Gebäuden. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1851. 356,357.
- Frezier 1737**, Frezier, La Theorie et la Pratique de la Coupe de Pierres et des Bois, pour la construction de voutes Et autres Parties de Bâtiments Civils & Militaires. ou Traité de stereotomie. Paris, Strasbourg Bd. 1. 1737,
- Frezier 1738**, Frezier, La Theorie et la Pratique de la Coupe de Pierres et des Bois, pour la construction de voutes Et autres Parties de Bâtiments Civils & Militaires. ou Traité de stereotomie. Paris, Strasbourg Bd. 2. 1738,
- Frezier 1739**, Frezier, La Theorie et la Pratique de la Coupe de Pierres et des Bois, pour la construction de voutes Et autres Parties de Bâtiments Civils & Militaires. ou Traité de stereotomie. Paris, Strasbourg Bd. 3. 1739,
- Frick 1992**, Frick, Kn  ll, Neumann, Weinbrenner, Baukonstruktionslehre. Teil 1. Stuttgart 1992.
- Friederici 1799**, Friederici, Beitrag zu den Anleitungen, mit getrockneten Luftziegeln zu bauen, und insbesondere über die Verbindung der Front-Mauern von gebrannten Steinen, mit den innern Scheide-Mauern von Luftziegeln. In: *Sammlung*

LITERATURVERZEICHNIS

- nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 3. Bd. Berlin 1799. 98-105.
- Friderici 1800**, Friderici, Praktischer Beytrag zur Konstruktion der Gewölbe. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* 2. Bd. Berlin 1800. 77-83.
- Fuhlrott 1975**, Fuhlrott, Rolf, Deutschsprachige Architekturzeitschriften. Entstehung und Entwicklung der Fachzeitschriften in der Zeit von 1789-1918. Mit Titelverweis und Bestandsnachweisen. München 1975.
- Gaus 1971**, Gaus, Joachim, Die Urhütte über ein Modell in der Baukunst und ein Motiv in der bildenden Kunst. In: *Wallraf-Richartz-Jahrbuch. Westdeutsches Jahrbuch für Kunstgeschichte* Band XXXIII Köln 1971. 7-71.
- Gebhardt 1847**, Gebhardt, Ch. R., Die neuesten Erfindungen und Verbesserungen in Betreff der Ziegelfabrikation, so wie der Kalk- und Gipsbrennerei. Eine praktische Anweisung, alle Arten Dachziegel, Backsteine und Fliesen nicht nur auf die gewöhnliche Weise sondern insbesondere auch durch Maschinen zu verfertigen. 4. verbesserte Auflage, Quedlinburg und Leipzig, Gottfr. Basse, 1847.
- Gernrath 1825**, Gernrath, Joh. Konrad, Abhandlung der Bauwissenschaften oder Theoretisch-praktischer Unterricht in der gemeinen bürgerlichen Baukunst, in dem Straßenbau, und in der Hydrotechnik oder Wasserbaukunst, für angehende Ingenieure, Hydrotekten, Bauleute, Brunnenmeister und Müller, dann zum Gebrauch der Wirthschaftsämter. Brunn 1825.
- Gesammelte 1774**, Gesammelte Nachrichten von dem Verfahren der Holländer wenn sie wasserdichtes Mauerwerk machen. In zwey Sendschreiben, nebst beygefügtten zweyen Kupfertafeln, von einem guten Freunde mitgetheilet. Dresden und Leipzig 1774.
- Gilly 1787**, Gilly, David, Praktische Anleitung aus der Landbaukunst betreffend den Bau der sogenannten Lehm- oder Wellerwände wie man dieselben dauerhaft mit wenigen Kosten und einer wahren Holzersparung aufführen könne. Berlin 1787.
- Gilly 1790**, Gilly, David, Beschreibung einer vortheilhaften Bauart mit getrockneten Lehmziegeln. Berlin 1790.
- Gilly 1795**, Gilly, David, Grundriss zu den Vorlesungen über das Praktische bey verschiedenen Gegenständen der Wasserbaukunst, von D. Gilly Königl. Preuss. Geheimen. Ober-Baurath. Berlin 1795.
- Gilly 1797**, Gilly, David, Kurzgefaßte Darstellung der vorzüglichsten Gegenstände der Land- und Wasser-Baukunst in Pommern, Preussen und einem Theil der Neu- und Kurmark. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend.* Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preußs. Ober-Bau-Departments Bd. 1. Berlin 1797. 26-53.
- Gilly 1798 (1)**, Gilly, David, Über Feuerlöschungsanstalten und Abwendung desselben in den Gebäuden. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 2. Theil. Berlin 1798. 97-109.
- Gilly 1798 (2)**, Gilly, David, Kurze architectonische Notizen, historischen und litterarischen Inhalts. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend.* , zweyter Theil. Berlin 1798. 126-127.
- Gilly 1799 (1)**, Gilly, David, Abriss der Cameral Bauwissenschaft zu den Vorlesungen entworfen. Berlin 1799.
- Gilly 1799 (2)**, Gilly, David, Ueber die Anwendung des Lehms bey mauern. In: *Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 2. Theil. Berlin 1799. 113-115.
- Gilly 1799 (3)**, Gilly, David, Vorschlag aus Leipzig, sich des Lehms anstatt des Kalks, bey m Mauer zu bedienen, weil erster eben das leisten soll, was der Kalk bewirkt. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 3. Band. Berlin 1799. 131-134.
- Gilly 1799 (4)**, Gilly, David, Über das Alter einiger neuern Entdeckungen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 3. Bd. Berlin 1799. 140-142.
- Gilly 1800 (1)**, Gilly, David, Handbuch der Land-Bau-Kunst, vorzüglich in Ruecksicht auf die Construction der Wohn- und Wirthschafts-Gebäude für angehende Cameral-Baumeister und Oeconomen, von D. Gilly, königlich Preußischem Geheimen Ober-Bau-Rath. In zwei Bänden, Braunschweig 1800.
- Gilly 1800 (2)**, Gilly, David, Ueber die Gründung der Gebäude auf gesenkten und ausgemauerten Brunnen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* 1. Bd. Berlin 1800. 137,138.
- Gilly 1803**, Gilly, David, Ueber die Anfertigung von Steinen aus den Brocken alter Mauern. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 1. Theil. Berlin 1803. 128-130.
- Gilly 1804**, Gilly, David, Ueber die Gründung der Gebäude auf gemauerten Brunnen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 2. Bd. Berlin 1804. 64-76.
- Gilly 1805 (1)**, Gilly, David, Handbuch der Land-Bau-Kunst, vorzüglich in Rücksicht auf die Konstruktion der Wohn- und Wirthschaftsgebäude für angehende Kameral-Baumeister und Oekonomen, von D. Gilly. Dritte Auflage. Bd. 2., Braunschweig 1805.
- Gilly 1805 (2)**, Gilly, David, (Hrsg.) Bücheranzeigen und Recensionen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend.* Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Bd. 1. Berlin 1805, 106-108.
- Gilly 1806**, Gilly, David, Ueber die Wiedererbauung der Kuppel der sogenannten Halle-au-bled in Paris. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend.* Hrsg. D. Gilly, 2. Bd. Berlin 1806. 77-90.
- Gilly 1811**, Gilly, David, Handbuch der Land-Bau-Kunst, vorzüglich in Rücksicht auf die Construction der Wohn- und Wirthschafts- Gebäude für angehende Cameral-Baumeister und Oeconomen, von D. Gilly nach dessen Tode herausgegeben von D.G. Friderici königl, Regierungs-Baurath zu Berlin. dritter Theil, Halle 1811.
- Gilly 1831**, Gilly, David, Handbuch der Land-Bau-Kunst, vorzüglich in Rücksicht auf die Konstruktion der Wohn- und Wirthschaftsgebäude für angehende Kameral-Baumeister und Oekonomen, von D. Gilly. Fünfte Auflage. Nach zeitgemäßen Anforderungen. Neu bearbeitet von F. Triest. Bd. 1., Braunschweig 1831.

- Gilly F. 1803**, Gilly, Friedrich, Einige ausgehobene Bemerkungen aus dem Reise-Journal des verstorbenen Professors und Ober-Hof-Bauinspectors Gilly. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. Bd. 1. Berlin 1803. 126-127.
- Glossarium 1973**, Glossarium Artis. 3. Bogen und Arkaden Arcs et Arcades Deutsch-Französisches Wörterbuch zur Kunst. Tübingen 1973.
- Goldfus 1794**, Goldfus v., Karl Sylvius, Feuersicherer und dauerhafter Häuserbau von wohlfeilen Laimenpatzen: auch Holzersparung und Holzvermehrung, und mehrere ökonomisch-praktische Anweisungen, versucht und entworfen von Karl Sylvius von Goldfus, königl. Preußischem Direktor der ökonom. patriotischen Gesellschaft des Fürstenthums Münsterberg, und Ehrenmitglied der Chur-sächß. Leipziger ökonom. Societät. Mit Anmerkungen herausgegeben vom Kommissionsrath Riem, Dresden 1794.
- Goldmann 1699**, Goldmann, Nicolai, Vollständige Anweisung zu der Civil-Bau-Kunst. Braunschweig 1699.
- Goldmann 1721**, Goldmann, Nicolai, Civil-Bau-Kunst, Hrsg. L.C. Sturm, Augspurg 1721.
- Graefe 1983**, Graefe, Rainer, Kettenlinien und Stützlinien. In: *Baukultur* 1983. Nr.1, 4-12.
- Graefe 1986**, Graefe, Rainer, Zur Formgebung von Bögen und Gewölben. In: *Architectura* 1986. Jg.16, Nr.1, 50-67.
- Griep 1985**, Griep, Hans-Günther, Kleine Kunstgeschichte des deutschen Bürgerhauses. Darmstadt 1985.
- Grimm 1885**, Grimm, Jacob; Grimm, Wilhelm, Deutsches Wörterbuch. Bd. 6 L.-M.. Leipzig 1885.
- Grimm 1922**, Grimm, Jacob; Grimm, Wilhelm, Deutsches Wörterbuch. Bd. 13 W-Wegwitzschern. Leipzig 1922.
- Grimm 1973**, Grimm, Jacob; Grimm, Wilhelm, Deutsches Wörterbuch Hrsg. Akademie der Wissenschaften der DDR. IV. Band, I. Abteilung, 4 Teil, 1. Lieferung, Gewöhnlich-Gewühl. Leipzig 1973.
- Grüson 1798**, Grüson, Johann Philipp, Über die vortheilhafteste Form der gedruckten Gewölbe aus drey Kreisbogen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 2. Theil. Berlin 1798. 55-68.
- Günther 1908**, Günther, Siegmund, Geschichte der Mathematik. 1. Teil Von den ältesten Zeiten bis Cartesius. In: *Sammlung Schubert* XVIII. Leipzig 1908.
- Güntzel 1988**, Güntzel, Jochen Georg, Zur Geschichte des Lehmbaus in Deutschland Massive Lehmbauten: Geschichte, Techniken, Verbreitung. Dissertation Gesamthochschule Kassel-Universität des Landes Hessen 1986. Staufen 1988.
- Haegermann 1964**, Haegermann, Gustav, Vom Cæmentum zum Zement. In: Vom Cæmentum zum Spannbeton. Beiträge zur Geschichte des Betons. Bd. 1. Teil A. Wiesbaden Berlin 1964. 3-72.
- Haldin 1796**, Haldin, Carl, Von aus Schlacken zu erbauenden Häusern. 3. Versuch. In: *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. Hrsg. Huth, Gottfried, zweyter Band, zweyter Theil, Weimar 1796. 202-207.
- Haldinn 1792**, Haldinn, Carl, Eine versuchte Art, Häuser von Kupferschlacken zu bauen. In: *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. Hrsg. Huth, Gottfried, zweyter Band, erster Theil. Weimar 1792. 28-30.
- Hampel 1831**, Hampel, Über Cavallerie-Pferde-Ställe. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 4. Heft 1. Berlin 1831. 1-26.
- Hampel 1834 (1)**, Hampel, Beschreibung des in den Jahren 1830 und 1831 für die Cadetten-Anstalt zu Potsdam erbauten Lazareth-Gebäudes. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 7. Heft 2., Berlin 1834. 131-139.
- Hampel 1834 (2)**, Hampel, Beschreibung eines in den Jahren 1829 und 1830 zu Berlin für ein Grenadier-Regiment neu erbauten Exercier-Hauses. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 7. Heft 2. Berlin 1834. 95-109.
- Hart 1847**, Hart, John, Die Construction schiefer Gewölbe. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1847. 15-34.
- Hart 1964**, Hart, Franz; Bogenberger, E., Der Mauerziegel. Ein technisches Handbuch. München 1964.
- Hart 1965**, Hart, Franz, Kunst und Technik der Wölbung. München 1965.
- Hasenbein 1950**, Hasenbein, Artur, Der Schornsteinmauerverband. Ein Beitrag zur Leistungssteigerung im Schornsteinbau für häusliche und gewerbliche Feuerstätten. Zweite erweiterte Auflage. Oldenburg 1950.
- Hatzel 1849**, Hatzel, E., Ueber die Technik in specieller Beziehung auf die Architektur und die Gestaltung der Formen. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1849. 132-169.
- Hecker 1797**, Hecker, Schreiben des Herrn -Rathsmauermeisters Hecker in Potsdam, an den Herrn Geheimen Oberbaurath Gilly. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preuß. Ober-Bau-Departments. Bd. 1. Berlin 1797. 180 ff.
- Heckmann 1998**, Heckmann, Hermann, Baumeister des Barock und Rokoko in Brandenburg – Preussen. Berlin 1998.
- Heigelin 1828**, Heigelin, K.M., Lehrbuch der Höheren Baukunst für Deutsche. Bd. 1. Leipzig 1828.
- Helfenzrieder 1787**, Helfenzrieder, Johann, vormaliger Professors der Mathematik auf der hohen Schule zu Ingolstadt, der Theologie Doctor, Seiner churfürstlichen Durchlaucht in Pfalzbaiern geistlichen Raths, der churfürstlichen Akademie der Wissenschaft zu München und der churmainzischen zu Erfurt ordentlichen Mitgliedes, Beyträge zur bürgerlichen Baukunst; Wie man nämlich mit geringen Kosten, besonders mit Holz und Ziegeln, ein Haus bauen, das weder durch Feuer, noch durch sein Alterthum leicht zu Grunde gehen kann. ...Augsburg 1787.
- Helfft 1836**, Helfft, Johann Jacob, Encyklopädisches Wörterbuch der Landbaukunst für Cameralisten, Architecten, Bauhandwerker und das bautreibende Publikum. Berlin 1836.
- Hellwig 1979**, Hellwig, Gerhard, Lexikon der Maße und Gewichte. Gütersloh 1979, 1982.

LITERATURVERZEICHNIS

- Helmigk 1937**, Helmigk, Hans-Joachim, Das ländliche Bauwesen in der Mark um 1800. In: *Brandenburgische Jahrbücher*. Bd. 7. 1937. 18-25.
- Herrlich 1821**, Herrlich, Carl, Anleitung zum Bau des Russischen Stubenofens, nebst Bemerkungen über Mittel, welche in Rußland angewendet werden, um sich in Gebäuden gegen die Einwirkungen der Kälte zu verwahren. Ein wichtiger Beitrag zur Holzsparkunst. Berlin 1821.
- Heusden 1833**, Heusden van, Leendert, Handeleiding tot de Burgerlijke Bouwkunde. Amsterdam 1833.
- Heyder 1852**, Heyder, F. H., Ueber Hohlziegel-Mauerwerk. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1852. 9-12.
- Hirt 1809**, Hirt, Aloys Ludwig, Die Baukunst nach den Grundsätzen der Alten von A. Hirt, königlich preussischem Hofrath, ordentlichem Mitgliede der königlichen Akademie der Wissenschaften, und Professor an den Akademien der bildenden Künste und der Baukunst. Berlin 1809.
- Hoffmann 1841**, Hoffmann, Carl Wilhelm, Einige Nachrichten über die bei Berlin entdeckte, aus Infusorien bestehende Kieselerde, so wie über ähnliche Infusorienlager, und über die Verwendung solcher Erde zu baulichen Zwecken; mitgetheilt durch C.W. Hoffmann, Baumeister. In: *Notiz-Blatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Jg. 1841. Potsdam 1842. 10-15.
- Hoffmann 1842**, Hoffman, C. L., Ueber den Bau auf Torf- oder Moorgrund, wenn derselbe eine bedeutende Mächtigkeit hat. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1842. 99-101.
- Hoffmann 1844**, Hoffmann, L., Theorie des Gleichgewichts der Bogen. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1844. 289-298.
- Hoffmann 1845**, Hoffmann, Carl Wilhelm, Die feuerfesten Decken des Neuen Museums hierselbst. In: *Notiz-Blatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Jg. 1845. Potsdam 1846. 167-177.
- Holbert 1800**, Holbert, Beytrag zur vortheilhaften Zeichnung der Gewölbebogen. In: *Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 2. Theil. Berlin 1800. 33-47.
- Holsche 1777**, Holsche, Friedrich, Friedrich Holschen, Grundsätze zu Anfertigung richtiger Bauanschlätze in der Chur- und Neumark auch dem Herzogthum Pommern. Berlin 1777.
- Huberti 1964**, Huberti, Günter, Die erneuerte Bauweise. In: Vom Cæmentum zum Spannbeton. Beiträge zur Geschichte des Betons. Bd. 1. Teil B. Wiesbaden Berlin 1964. 3-193.
- Hundt 1811**, Hundt, Johann Heinrich, Beschreibung einer höchst einfachen Methode wie Landgebäude mit Ersparung alles Sohl- Stender- und Riegel-Holzes wohlfeil und dauerhaft erbauet werden können. Erfunden und bereits vielfältig ausgeführt von Johann Heinrich Hundt herzog. Mecklenburg-Schwerinschen Baurathe, der Mecklenburgischen Landwirtschaftsgesellschaft ordentl. Mitglieder. Bekannt gemacht von Franz Christian Lorenz Karsten. Herzogl. Professor der Oekonomie zu Rostock, Mitglied mehrerer gelehrten Gesellschaften, und der Mecklenburgischen Landwirtschafts-Gesellschaft derzeitigem Sekretär. Liegnitz 1811.
- Huth 1787**, Huth, J. C., Kurzer und deutlicher Unterricht zu Zeichnung und Anlegung der Wohn- und Landwirthschaftsgebäude. Für Anfänger, Bauleute und Liebhaber der Baukunst entworfen von J. C. Huth, königl. Preuß. Landbaumeister des Fürstenthums Halberstadt und der halberstädtischen litterarischen Gesellschaft Mitglied. Halle 1787.
- Huth 1789 (1)**, Huth, Gottfried, *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. erster Band, erster Theil, Weimar 1789.
- Huth 1789 (2)**, Huth, Gottfried, Abhandlung über die Maurerarbeit an Festungswerken. In: *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. Hrsg. Huth, Gottfried, erster Band, erster Theil, Weimar 1789. 274-304.
- Huth 1790**, Huth, Gottfried, Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst, Hrsg. von Gottfried Huth, Doctor der Weltweisheit und öffentl. ordentl. Lehrer der Mathematik und Physik auf der Universität zu Frankfurth an der Oder, und Mitglied der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Band 1 Teil 2. Weimar 1790.
- Huth 1795**, Huth, C. J., Vermehrtes und verbessertes Handbuch für Bauherrn und Bauleute zu Verfertigung und Beurtheilung der Bauanschlätze von Wohn- und Landwirthschaftsgebäuden. von C. J. Huth, königl. Preuß. Landbaumeister des Fürstenthums Halberstadt und der halberstädtischen litterarischen Gesellschaft Mitglied. Halle 1795.
- Izzo 1773**, Izzo, P. Johann Baptist, Anfangsgründe der bürgerlichen Baukunst. ins Deutsche übersetzt. Wien 1773.
- J.G.M. 1759**, Aufrichtige Anweisung zur Bürgerlichen Baukunst, wie nehmlich Dieselbe ohne weitere Manuduction von sich selbst zu erlernen allen Mauer und Zimmergesellen und Lehrlingen zum besten ans Licht gegeben von J.G.M. . Gotha 1759.
- J.G.M. 1760**, Aufrichtige Anweisung zur Bürgerlichen Baukunst, Besteht in der würcklichen Ausübung, wie jedes Stücke eines Gebäudes anzulegen, allen Maeuer und Zimmer-Gesellen und Lehrlingen zum Besten ans Licht gegeben. von J.G.M. Zweyter Theil. Gotha 1760.
- Jäschke, 1850**, Jäschke, C. Die Preußischen Bau-Polizei-Gesetze und Verordnungen. Ein Handbuch für Polizei- und Kommunal-Beamte, Baumeister, Bauhandwerker und Hauseigenthümer. Mit besonderer Berücksichtigung der, für die Residenz Berlin und die Provinz Brandenburg bestehenden, baupolizeilichen Bestimmungen nach den einzelnen Materialien zusammengestellt und herausgegeben von C. Jäschke, ... ergänzt und berichtigt, und mit einem Nachtrage versehen von W. Emmich. Berlin 1850.
- Joendl 1842**, Joendl, J. P., Die landwirthschaftliche Baukunst, erster Band, zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Wien 1842.
- Kaufhold 1978**, Kaufhold, Karl Heinrich, Das Gewerbe in Preußen um 1800. In: *Göttinger Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte* Bd. 2., Hrsg. Abel, Wilhelm; Kaufhold, Karl Heinrich, Göttingen 1978.
- Keferstein 1776**, Keferstein, Johann Christian Friedrich, Anfangsgründe der bürgerlichen Baukunst für Landleute, oder Anleitung wie die Landbewohner neue verbesserte Gebäude mit feuersicheren Dächern, ingleichen neue Dörfer, ...ohne Zuziehung eines Baumeisters entwerfen, zeichnen, Anschlätze dazu machen und erbauen können. ... von Johann Christian Friedrich Keferstein, Lehrer der Mathematik in Brandenburg. Leipzig 1776.

- Kinsky 1788**, Kinsky, Franz, Abhandlung vom Druck der Erde auf Futtermauern. W. Neustadt 1788.
- Kleespies 1997**, Kleespies, Thomas, „Schweizer Pisébauten“ Dissertation ETH Zürich Nr. 12396, Zürich 1997.
- Klügel 1789**, Klügel, Versuch über den Salomonischen Tempel. In: *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. Hrsg. Huth, Gottfried, erster Band, erster Theil, Weimar 1789. 15-28.
- Knoblauch 1839**, Knoblauch, E., Topfgewölbe. In: *Notizblatt des Architektenvereins Berlin*. Potsdam 1834. 2. Auflage. Potsdam 1839. 31,32.
- Knoblauch 1889**, Knoblauch, Eberhard, Praktische Geometrie. In: Maß, Zahl und Gewicht. Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung. Weinheim 1989. (Ausstellungskatalog der Herzog-August-Bibliothek; Nr. 60) 123-127.
- Koepf 1985**, Koepf, Hans, Bildwörterbuch der Architektur. In: Körners Taschenausgabe Bd. 194. zweite Auflage. Stuttgart 1985.
- Kosmann 1799**, Kosmann, J. W. A., Versuch einer vollständigen Theorie der Gewölbe. Herausgegeben von J. W. A. Kosmann, Professor der Mathematik und Assessor bei der Kurmärkischen Kriegs- und Domainen-Kammer. erstes Heft. Berlin 1799.
- Koßmann 1913**, Koßmann, Bernhard, Steinkonstruktionen und Grundbau. Kap. I. Wölbungen. In: Esselborn, Karl, (Hrsg.) Lehrbuch des Hochbaues. zweite, stark vermehrte Auflage. Erster Band. Steinkonstruktionen und Grundbau. Holzkonstruktionen. Eisenkonstruktionen. Veranschlagen. Bauführung. Beleuchtungs-, Heizungs- und andere Anlagen. Leipzig 1913. 85-161.
- Krafft 1846**, Krafft, Ueber eine Art massiv zu bauen mit reinem Sande und sehr wenigem Kalk. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1846. 381-382.
- Krause 1920**, Krause, P., Die Entwicklung der preußischen Hochbauverwaltung. In: *Zentralblatt der Bauverwaltung* Herausgegeben im Preussischen Finanzministerium 40. Nichtamtlicher Teil Berlin 1920. Nr. 30. 298.
- Krieger 1856**, Krieger, Ueber die Kellerwohnungen, die nachtheiligen Einflüsse derselben auf die Gesundheit der Bewohner und Vorschläge zu deren Abhülfe. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. E. Knoblauch, Berlin 1856. 99-118.
- Kroker 1971**, Kroker, Werner, Wege zur Verbreitung technologischer Kenntnisse zwischen England und Deutschland in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. In: *Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte*. Hrsg. Wolfram Fischer. Bd. 19. Berlin 1971.
- Krubsacius 1786**, Krubsacius, F.A., Oekonomischer Vorschlag, wie man die wohlfeilsten, dauerhaftesten, bequemsten und feuergesichertesten Dächer über Wirtschaftsgebäude anlegen soll, von F. A. Krubsacius, Ober-Land-Baumeister, Professor der Baukunst, und Ehrenmitglied der Leipziger ökonomischen Societät. Dresden 1786.
- Krufft 1985**, Krufft, Hanno-Walter, Geschichte zur Architekturtheorie. Von der Antike bis zur Gegenwart. München 1985.
- Krünitz 1782**, Krünitz, D. J. G., Oekonomische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-Stadt-Haus- u. Landwirthschaft, in alphabetischer Ordnung. dritter Theil. von Aug bis Bauer. zweite Auflage. Berlin 1782.
- Krünitz 1788**, Krünitz, D. J. G., Oekonomisch-technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats- Stadt-Haus- und Land-Wirthschaft, und der Kunstgeschichte. 18. Theil. von Get bis Glasur. zweite Auflage. Berlin 1788.
- Krünitz 1796**, Krünitz, D. J. G., Oekonomisch-technologische Encyklopädie oder allgemeines System der Stats- Stadt- Haus- und Land- Wirthschaft, und der Kunst-Geschichte, in alphabetischer Ordnung. 70 Theil, von Lehm bis Leib-Regiment. Berlin 1796.
- Krünitz 1802**, Krünitz, D. J. G., Ökonomisch-technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirthschaft, und der Kunst-Geschichte, in alphabetischer Ordnung. zuerst fortgesetzt von Friedrich Jakob Floerken, nunmehr von Heinrich Gustav Flörke. 85 Theil. von Marmose bis Maurocenie. Berlin 1802.
- Kuhn 1915**, Kuhn, Waldemar, Kleinsiedlungen aus friderizianischer Zeit. In: *Zeitschrift für das Bauwesen* Jg. 65. 1915. 347-366. u. 563-594.
- Kurrer 1997**, Kurrer, Karl-Eugen, Zur Entwicklungsgeschichte der Gewölbetheorien von Leonardo da Vinci bis ins 20. Jahrhundert. In: *Architectura*, Bd. 27 1.1997. 87-114.
- Lammert 1964**, Lammert, Marlies, David Gilly Ein Baumeister des deutschen Klassizismus. Berlin 1964.
- Lamprecht 1787**, Lamprecht, George Friedrich, v. , königl. Preuß. Krieges- und Domainenraths bey der Kammerdeputation zu Halle, ordentlicher Professors der Philosophie, Mitglieds der Leipziger oekonomischen Societät u. . Lehrbuch der Technologie oder Anleitung zur Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufakturen. Halle 1787.
- Landgrebe 1846**, Landgrebe, Lehmsteinbau. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1846. Sp. 195-200.
- Lange 1779**, Lange, J. G., Zufällige Gedanken über die nothwendige und bequeme Wirthschaftliche Bauart auf dem Lande, aus Erfahrung, Bemerkungen und Beurtheilungen mitgeteilt von J. G. L.. Breslau 1779.
- Lassaulx 1829 (1)**, Lassaulx v., Johann Claudius, Beschreibung des Verfahrens bei Anfertigung leichter Gewölbe über Kirchen oder ähnlichen Räumen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 1. Heft 4. Berlin 1829. 317-330.
- Lassaulx 1829 (2)**, Lassaulx v., Johann Claudius, Beschreibung der in den Moselgegenden üblichen Lehrbogen für Kellergewölbe, so wie einer einfachen Art der Verfertigung der letztern. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 1. Heft 4. Berlin 1829. 418-421.
- Lassaulx 1846 (1)**, Lassaulx v., Johann Claudius, Ueber Gewölbeformen. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1846. 376-380.
- Lassaulx 1846 (2)**, Lassaulx v., Johann Claudius, Ueber Gewölbeformen. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1846. 423-428.

LITERATURVERZEICHNIS

- Laugier 1758**, Laugier, P., Des P. Laugier eines Jesuiten Versuch in der Bau-Kunst neue Ausgabe genau übersehen, verbessert, und mit einem Wörterbuche der darinnen befindlichen Kunst-Wörter ... aus dem französischen ins deutsche übersetzt. Franckfurth u. Leipzig 1758.
- Le Mang 1931**, Le Mang, Irmgard, Die Entwicklung des Backsteinbaues im Mittelalter in Nordostdeutschland. In: *Studien zur Deutschen Kunstgeschichte* Heft 283. Strassburg 1931.
- Lecointe 1843**, Lecointe, A., Bemerkungen über einige mechanische Verfahrensarten zur Bereitung des Mörtels und Betons; Mittheilung von A. Lecointe. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, Wien 1843. 399-400..
- Leopold 1759**, Leopold, Johann George, Oeconomische Civilbaukunst. theoretisch u. practisch abgehandelt. Leipzig 1759.
- Leupold 1726**, Leupold, Jacob, Theatrum Pontificiale, oder Schauplatz der Brücken und Brücken-baues. Bd.VII. Leipzig 1726.
- Leybald 1858**, Leybald, Ludwig, Systematische Zusammenfassung der Gewölbeformen und deren Konstruktion. In *Zeitschrift für die praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1858. 3-28.
- Linke 1845**, Linke, C., Ueber den Abputz auf Lehmstein- und Pisémauern. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1845. 46,47.
- Linke 1850**, Linke, G., Vorträge über Baukonstruktionslehre am königl. Gewerbe-Institut und der königl. Allgemeinen Bau-schule. Berlin 1850.
- Lohmeyer 1843**, Lohmeyer, Theorie der Kreisgewölbe. Nach Petit bearbeitet. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 18. Heft 3., Berlin 1843. 207-254.
- Mahan 1843**, Mahan, H., An elementary course of civil engineering ..., übersetzt von Ludw. Hoffmann. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1843. 248-252.
- Maillard 1817**, Maillard v., Sebastian, Die Mechanik der Gewölbe in ihrem ganzen Umfange abgehandelt; begreifend die Brückenbögen und einfachen Gewölbe jeder üblichen Gestalt, aus Stein und Ziegeln sowohl, als aus Gußeisen; wie auch die zusammengesetzten, nämlich Kappen-, Kreuz- und böhmische Gewölbe, einfachen und doppelten Kuppeln; sowohl im freyen als beschwerten Zustande; nebst der Bestimmung ihrer Dicke und jener der Widerlagen, und endlich der Dicke der Brückenpfeiler. Mit beständiger Rücksicht auf die Erfahrung und Ausübung für Architekten und Kunstverständige auf die größten bestehenden Meisterwerke angewendet, und für minder Erfahrene in diesem Kunstfache mit 43 mühsam und genau berechneten Tabellen begleitet. Von Sebastian von Maillard, k.k. österreichischem Feldmarschall-Lieutenant im Ingenieur-Corps. Mitglied der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Prag, und correspondirendem Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg. Pesth 1817.
- Manger 1785**, Manger, H. L., Die ökonomische Bauwissenschaft zum Unterricht für den Landmann. Leipzig 1785.
- Manger 1860**, Manger, J., Blätter für die Gewerbliche Baukunde zum Gebrauche für Bauhandwerker, Baumeister, Fabrikanten und Landwirthe sowie als Zeichen-Vorlagen in Real- und Gewerbe-Schulen, Berlin 1860. Atlas.
- Mansbridge 1991**, Mansbridge, Michael, John Nash. A complete Catalogue. New York, Oxford 1991.
- Mathematisches Calcul 2000**, Mathematisches Calcul und Sinn für Ästhetik: die preußische Bauverwaltung; 1770-1848/ Ausstellung des Geheimen Staatsarchivs Preußischer Kulturbesitz in Zusammenarbeit mit der Kunstbibliothek der Staatlichen Museen zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz. Berlin 2000. Ausstellungskatalog.
- Mebes 1931**, Mebes, Helmut, Klassizismus und Klassik der Baukunst um 1800 als Interantionale und Nationale Erscheinung, Leipzig 1931.
- Meerwein 1792**, Meerwein, Ueber das Schwitzen einiger vermauerten Steine. In: *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. Hrsg. Huth, Gottfried, zweyter Band, erster Theil. Weimar 1792. 219-227.
- Meerwein 1798**, Meerwein, Carl Friedrich, Über die Stärke der Gewölbebogen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. erster Theil. Berlin 1798. 74-82.
- Meerwein 1802**, Meerwein, Carl Friedrich, Beytrag zur richtigen Beurtheilung der Eigenschaften und der Wirkungen der Gewölbe wie auch zur adäquaten Benennung der Theile derselben. Frankfurt a. M. 1802.
- Mehrtens 1887**, Mehrtens, G., Eisen und Eisenkonstruktionen in geschichtlicher, hüttentechnischer und technologischer Beziehung. In: *Handbuch der Baukunde*. Abtheilung I. Hilfswissenschaften. Bd. II, Heft 1. Berlin 1887.
- Meinert 1796**, Meinert, Friedrich, Die landwirthschaftliche Bauwissenschaft, Doktor und Professor der Philosophie Inspektor der königl. Freitische zu Halle und außerordentlichem Mitgliede des hochfürstl. Hessen-Casselschen Staats-wirtschaftl. Instituts zu Marburg. Bd. 1. Halle 1796.
- Meinert 1797**, Meinert, Friedrich, Die landwirthschaftliche Bauwissenschaft, Doktor und Professor der Philosophie Inspektor der königl. Freitische zu Halle und außerordentlichem Mitgliede des hochfürstl. Hessen-Casselschen Staats-wirtschaftl. Instituts zu Marburg. Bd. 2. Halle 1797.
- Meinert 1802**, Meinert, Friedrich, Der landwirthschaftliche Baumeister, oder die unentbehrlichsten Kenntnisse der Landbau-kunst. Ein Taschenbuch für Gutsbesitzer, Pächter, und andere Landwirthe. Halle 1802.
- Mellin 1828**, Mellin, Johann Friedrich Ernst, Gründlicher Unterricht zur Anfertigung von wirklich feuerfesten Steinen. Berlin 1828.
- Mengeringhausen 1987**, Mengeringhausen, Max, Vom Steingewölbe zur Leichtbaukuppel, vom Wandel der Bautechnik seit Baltasar Neumann. Eine Geschichte des Konstruierens. In: *Baukultur* 1987.1 26-32.
- Menzel 1829 (1)**, Menzel, C. A., Ueber vereinfachte Dach-Verbindungen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Bd. 1. Heft 2., Berlin 1829. 119-125.
- Menzel 1829 (2)**, Menzel, C. A., Über vereinfachte Dachverbindungen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Bd. 1. Heft 3., Berlin 1829. 309-316.

- Menzel 1835**, Menzel, C. A., Betrachtungen über steinerne Decken. In: *Zeitschrift über das gesamte Bauwesen*. Hrsg. Ehrenberg v., C. F., 1. Bd., 10. Heft. Zürich 1835. 301-311.
- Menzel 1837**, Menzel, C. A., Beitrag zur Eintheilung der Wohngebäude. In: *Zeitschrift über das gesamte Bauwesen*, Hrsg. von C.F. von Ehrenberg. Bd. 2. Zürich 1837. 1-10.
- Menzel 1844 (1)**, Menzel, C.A., Berichte über vaterländische Bauten. In: *Jahrbuch der Baukunst u. Bauwissenschaft in Deutschland*. Hrsg. C. A. Menzel. Eisleben 1844.
- Menzel 1844 (2)**, Menzel, C.A., Die flachen Dächer, der staats- und landwirthschaftlichen Akademie Eldena. Ein Beitrag zur Litteratur der flachen Dächer. In: *Jahrbuch der Baukunst u. Bauwissenschaft in Deutschland*. Hrsg. C. A. Menzel. Eisleben 1844. 149-195.
- Menzel 1845**, Menzel, C.A., Grundzüge zur Vorschule einer allgemeinen Bauformenlehre in Bezug auf den Standpunkt der Baukunst in jetziger Zeit. In: *Jahrbuch der Baukunst u. Bauwissenschaft in Deutschland*. Hrsg. Menzel. Bd. II. Eisleben 1845. 3 ff.
- Menzel 1847**, Menzel, C.A. Der praktische Maurer. Handbuch für Maurermeister, Gesellen und Lehrlinge. zugleich ein Leitfaden für die Maurergesellen, welche die Prüfung als Maurermeister zu bestehen haben. Hrsg. C. A. Menzel, königl. Uni.-Bau-Inspector u.s.w.. Halle 1847.
- Menzel 1866 (1)**, Menzel, C. A., Die Baumaterialien des Maurers. Eine Zusammenstellung aller roher und künstlichen Materialien; die Art und Weise ihrer Gewinnung und Fabrikation nach den bewährtesten Methoden; ihr Prüfung in Bezug auf Werth, Güte und Wohlfeilheit, und ihre Verwendbarkeit zu den verschiedensten Bauzwecken. Ein Rathgeber für Baumeister, Bauhandwerker und Bauunternehmer von C. A. Menzel. Hrsg. C. Schwatlo. Halle 1866.
- Menzel 1866 (2)**, Menzel, C. A., Der Gewölbebau dargestellt in Bezug auf Entstehung und Anwendung, Bau und Construction, Tragfähigkeit, Seitenschub, Widerlager, Gewöbelinien u. mit Berücksichtigung der Wölbungen der Thür- und Fenstersturze, der Rauchmäntel und der gewölbten Treppen. Hrsg. Schwatlo, C., Halle 1866.
- Meyer 1850**, Meyer, J., (Hrsg.) Das große Conversations-Lexicon für die gebildeten Stände. zweite Abtheilung: O bis Z.-Dritter Band. Peliades-Pistola. Hildburghausen, Amsterdam, Paris und Philadelphia. 1850.
- Meyer 1858**, Meyer, Veit, Ueber Hohlziegel. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. Knoblauch. Berlin 1858. 55-58.
- Mielke 1972**, Mielke, Friedrich, Das Bürgerhaus in Potsdam. In: *Das deutsche Bürgerhaus*. Hrsg. Günther Binding. Tübingen 1972.
- Mielke 1981**, Mielke, Friedrich, Potsdamer Baukunst. Das klassische Potsdam. Frankfurt a. M., Berlin, Wien 1981.
- Milizia 1824**, Milizia, Francesco, Grundsätze der bürgerlichen Baukunst von Francesco Milizia in drey Theilen. Aus dem Italienischen übersetzt. Nach der neuesten Ausgabe der Urschrift durchgesehen und mit Anmerkungen begleitet von C. L. Stieglitz. Bd. 1-3. Leipzig 1824.
- Mislin 1988**, Mislin, Miron, Geschichte der Baukonstruktion und Bautechnik. von der Antike bis zur Neuzeit. Düsseldorf 1988.
- Mitglieder 1797**, Mitglieder des Ober-Bau-Departements, Vorrede zur *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preuß. Ober-Bau-Departments. Bd. 1. Berlin 1797 III ff.
- Mitglieder 1798**, Mitglieder des Ober-Bau-Departements, Entwurf zu einem Baureglement für die Stadt Berlin. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. Bd. 1., Berlin 1798. 83-94.
- Mitglieder 1800**, Mitglieder des Ober-Bau-Departements, Beschreibung und Abbildung eines Wohnhauses, für Königl. Domainenbeamte in Neustpreussen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. 2. Theil. Berlin 1800. 121,122.
- Moller 1815**, Moller, Georg, Denkmahler der Deutschen Baukunst. 1 ter Theil. Darmstadt 1815. Auflage von 1821.
- Moller**, Moller, Georg, Beiträge zu der Lehre von den Konstruktionen. Leipzig und Darmstadt. Heft I. o. Jg., Heft II. o. Jg., Heft III. o. Jg., Heft VII. 1844.
- Möllinger 1850 (1)**, Möllinger, Karl, Construction der bombenfesten Gewölbe und Bestimmung des Druckes derselben gegen die Widerlagen. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1850. 401-415.
- Möllinger 1850 (2)**, Möllinger, Karl, Das Kriegspulvermagazin auf der Feste Marienberg bei Würzburg. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1850. Sp. 416-422.
- Moseley 1845**, Moseley, Heinrich, Die mechanischen Prinzipien der Ingenieurkunst und Architektur von Moseley übersetzt von H. Scheffler. Braunschweig 1845.
- Müller 1846**, Müller, H., Von den Fundirungen. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas. Romberg, Leipzig 1846. 207-238.
- Müller 1851**, Müller, H., Ueber Erdfeuchtigkeit und die Mittel das Aufsteigen derselben in Mauern zu verhindern. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas. Romberg, Leipzig 1851. 27-34.
- Müller 1971**, Müller, Werner, Der elliptische Korbogen in der Architekturtheorie von Dürer bis Frézier. In: *Technikgeschichte* Bd. 38. 1971. 92-106.
- Müller 1975**, Müller, Hans-Heinrich, Akademie und Wirtschaft im 18. Jahrhundert. In: *Studien zur Geschichte der Akademie der Wissenschaften der DDR*. Bd. 3. Hrsg. Heinrich Scheel. Berlin 1975.
- Müller 1984**, Müller, Werner, Architektur und Mathematik. In: *Architekt und Ingenieur. Baumeister in Krieg und Frieden. Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek* Nr. 42. Wolfenbüttel 1984. 94-98.
- Mummenhoff 1924**, Mummenhoff, Ernst, Der Handwerker in der deutschen Vergangenheit. In: *Die deutschen Stände in Einzeldarstellungen*. Bd. 8 Hrsg. Georg Steinhausen. Bayreuth 1924.
- N.N. 1736**, N.N. Sorgsame Angabe In der Civil-Bau-Kunst Vorstellend Das Feuer-feste Bauer-Hauß. Wegen Der vielen zeitherigene Feuers-Brünste Besonders auf dem Lande erfunden Von Einem berühmten Sächsischen Architecto. Sorau 1736.

LITERATURVERZEICHNIS

- N.N. 1776**, N.N. Kritische Anmerkungen den Zustand der Baukunst in Berlin und Potsdam betreffend. Hamburg 1776.
- Navier 1851**, Navier, Louis Marie Henri, Mechanik der Baukunst (Ingenieur-Mechanik) oder Anwendung der Mechanik auf das Gleichgewicht von Bau-Constructionen. Von Navier, Mitglied des Instituts, Professor an der polytechnischen Schule zu Paris u. Aus dem Französischen übersetzt und mit einem Anhang versehen von G. Westphal. Hannover 1851.
- Neumann 1935**, Neumann, Max, Das Neuruppiner Bürgerhaus und die Tätigkeit des Kgl. Bauinspektors Bernhard Matthias Brasch. Neuruppin 1935.
- Neuwald-Burg 1993**, Neuwald-Burg, Claudia; Sabha, Ahmad; Vogt, Lutz, Mehrschaliges Mauerwerk mit lockerem Kern. In: *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke: Baugefüge, Konstruktionen, Werkstoffe; Jahrbuch 1993/ Sonderforschungsbereich 315*, Univ. Karlsruhe. Berlin 1995. 119-134.
- Newyahn 1837 (1)**, Newyahn, Bauwissenschaftliche Notizen. In: *Zeitschrift über das gesammte Bauwesen, ...*. Hrsg. von C.F. von Ehrenberg. Bd. 2. Zürich 1837. 10-13.
- Newyahn 1837 (2)**, Newyahn, Ueber Gegenstände des massiven Baues. In: *Zeitschrift über das gesammte Bauwesen, ...*. Hrsg. von C.F. von Ehrenberg. Bd. 2. Zürich 1837. 221-225.
- Nöthige 1732**, Nöthige Angabe in der Civil-Bau-Kunst, Welche lehret Die Keller und Gewölber so wohl anzulegen als auch zu ändern, wenn in dieselben Wasser eingetreten, oder daß es nicht hinein komme, daraus abgehalten werde; ... Leipzig 1732.
- Notizblatt 1833**, *Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Potsdam 1833. 2. Auflg. Potsdam 1840.
- Notizblatt 1834**, *Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Potsdam 1834. 2. Auflg. Potsdam 1840.
- Notizblatt 1847**, *Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. 1847. Notiz über den in Moabit angefertigten Cement; nach einer Mittheilung der Herren Haslinger und Schlondorff. 12-13.
- Oechslin 1977**, Oechslin, Werner, Monotonie von Blondel bis Durand. Reduktion einer architektonischen Aesthetik?. In: *Werk-Archithese*. Jg.64, Nr.1, 1977. 29-33.
- Packh 1831**, Packh v., Jo. Bapt., Neue Bauart mit Hohlen Quader-Ziegeln, oder Abhandlung über die vielen vortrefflichen Eigenschaften diese Baumaterials; dann über ihre Erzeugung und über ihre Anwendung bey allen Bauten überhaupt; so wie über ihre Verbindung zu allerley Gewölben. Pesth 1831.
- Palladio 1984**, Palladio, Andrea, DIE VIER BÜCHER ZUR ARCHITEKTUR. Nach der Ausgabe Venedig 1570. I QUADRO LIBRI DELL'ARCHITETTURA aus dem italienischen übertragen und herausgegeben von Andreas Beyer und Ulrich Schütte. 2. Auflage. Zürich und München 1984.
- Patte 1769**, Patte, Mémoires sur les objets les plus importants de l'architecture. Paris M.DCC.LXIX. (1769).
- Paulinyi 1991**, Paulinyi, Akos, Umwälzung der Technik in der industriellen Revolution zwischen 1750 und 1840. In: *Propyläen Technikgeschichte. Bd. 3. 1600-1840 Mechanisierung und Maschinisierung*. Hrsg. Wolfgang König, Berlin 1991. 271-490.
- Penther 1746-64**, Penther, Johann Friedrich, königlicher Großbritannienischer Rath, Professor an der Georg August Universität, Ober-Bau-Inspectore, Anleitung zur Bürgerlichen Baukunst. enthalten ein Lexicon Architectonicum oder Erklärungen der üblichsten Deutschen, Französischen, und Italienischen Kunstwörter der Bürgerlichen Baukunst, Theil 1-4. Augsburg 1746-64.
- Perrault 1757**, Perrault, Des grossen und weltberühmten Vitruvii Architectura, in das kurze verfasst, Durch Herrn Perrault ... aus dem Französischen in das Teutsche übersetzt von M. Müller, Ingenieur Obrist-Lieutenant. Nürnberg, Würzburg u. Prag 1757.
- Perronet 1820**, Perronets Werke, die Beschreibung der Entwürfe und der Bauarten der Brücken bei Neuilli, Mantes, Orleans, Ludwigs XVI. u., den Entwurf des Burgundischen Kanals und den der Wasserleitung von der Yvette und Bievre nach Paris, so wie mehrere einzelne Abhandlungen, enthalten. aus dem Französischen übersetzt von J. F. W. Dietlein, königl. Preuß. Bau-Inspector. 2 Bde. Halle 1820.
- Peschken 1968**, Peschken, Goerd, Technologische Ästhetik in Schinkels Architektur. Diss. Technische Universität Berlin-Charlottenburg. Berlin 1968.
- Peschken 1979**, Peschken, Goerd, Das Architektonische Lehrbuch. Berlin 1979.
- Petersen 1992**, Petersen, Christina; Petersen, Knud, Baudenkmalspflegerische Bestandsdokumentation und bauhistorische Untersuchung für das eingetragene Baudenkmal Hildebrandt-Haus, Breite Strasse 45, Berlin-Pankow. Berlin 1992. (unveröffentlicht)
- Peterson 1797**, Peterson, Über die Bauart mit Lehmputzen und Lehmshindeldächern. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preußs. Ober-Bau-Departments. Bd. 1. Berlin 1797. 178.
- Pevsner 1987**, Pevsner, Nikolaus; Honour, Hugh; Fleming, John, Lexikon der Weltarchitektur. zweite erweiterte Auflage. München 1987.
- Pfarr 1983**, Pfarr, Karlheinz, Geschichte der Bauwirtschaft. Essen 1983.
- Pisternik 1947**, Pisternik, Walter, Die gebräuchlichsten Mauerverbände. In: *Schriftenreihe der Bauzeitung*. Berlin 1947.
- Polhem 1739**, Polhem, Christ, Gedanken vom Hausbaue. In: *Der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften. Neue Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik*, auf das Jahr 1739 aus dem Schwedischen übersetzt von Abraham Gotthelf Kästner. Bd.1. zweite Auflage. Leipzig 1786. 164-192.
- Polhem 1742**, Polhem, Christoph, Anmerkungen vom Nutzen der krummen Linien in der Mechanik. In: *Der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Neue Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik*, auf das Jahr 1742 aus dem Schwedischen übersetzt von Abraham Gotthelf Kästner. Bd.4. Hamburg Leipzig 1750. 136-144.
- Pöllnitz 1795**, Pöllnitz v., Gottlob Ludwig, Kurze Abhandlung über die Theorie der Festigkeit der Materialien. Leipzig 1795.

- Polonceau 1829**, Polonceau, Neuer Mörtel oder Kitt zum Ausfüllern der Wasserbehälter, Rinnale u.s.w. übernommen aus Moniteur de l'Industrie. 1829 182. in *Polytechnisches Journal*. Hrsg. Dingler Bd. XXXV. Heft 5 378. übersetzt und übernommen in: Möglinsche Annalen der Landwirthschaft. Hrsg. königl. preuß. Akademie des Landbaues zu Möglin. Bd.30. Berlin 1833. 137-139.
- Posener 1983 (1)**, Posener, Julius, Revolutionsarchitektur und "architecture civique" - Friedrich Gilly. In: *Arch-plus*. Nr.69/70, 1983. 28-40.
- Posener 1983 (2)**, Posener, Julius, Konstruktion und Baukörper in Schinkels Architektur. In: *Arch-plus*. Nr.69/70, 1983. 41-48.
- Posener 1983 (3)**, Posener, Julius, Schinkels architektonisches Lehrbuch. In: *Arch-plus*. Nr.69/70, 1983. 49-55.
- Rauch 1830**, Rauch v., Einige Notizen über die Fabrication der Ziegel zu den Bauten an verschiedenen Königl. Preuss. Festungen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle, königl. Preussischem Geheimen-Oberbaurath, Mitglieder der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin u. Correspondenten derjenigen zu Neapel. Bd. 2. Heft 2., Berlin 1830. 144-157.
- Rave 1932**, Rave, Paul Ortwin, Schinkel als Beamter. Ein Abschnitt Preussischer Bauverwaltung. In: Zentralblatt der Bauverwaltung. Berlin 1932. 89-95.
- Redelykheid 1788**, Redelykheid, Cornelius, Abhandlung über die Maurerarbeit an Festungswerken, welche der Ingenieur nothwendig verstehen muß, nebst einer mit Gründen unterstützten neuen Methode zu mauren. aus dem holländischen übersetzt von C. R. v. Lindener. Breslau 1788.
- Regel 1841**, Regel, A., Notizen über Betonfundamentierung. In: *Notiz-Blatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Jg. 1841. Potsdam 1842. 16-17.
- Reichsanzeiger**, Der Reichs-Anzeiger oder Allgemeines Intelligenz-Blatt zum Behuf der Justitz, der Polizey und der bürgerlichen Gewerbe im Deutschen Reiche, wie auch zur öffentlichen Unterhaltung der Leser über gemeinnützige Gegenstände aller Art. Jahrgang 1794 - 1795.
- Reinhold 1784**, Reinhold, Christian Ludolph, (der Weltweisheit Doktor und freyen Künste Magister, Lehrer der Mathematik und bildenden Künste an dem Osnabrückischen Gymnasium) Architectura Forensis oder die aufs Recht angewandte Baukunst. erster Theil welcher das Mathematische, Politische und das Wesentliche der Gartenbaukunst in sich enthält. Münster und Osnabrück 1784.
- Reinhold 1785**, Reinhold, Christian Ludolph, Architectura Forensis oder die aufs Recht angewandte Baukunst. Bd. 2. Münster und Osnabrück 1785.
- Reinhold 1841 (1)**, Reinhold, Sammlung practischer Erfahrungen und Vorschriften, Cemente, Mörtel und Bétons betreffend. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 15. Heft 1., Berlin 1841. 88-100.
- Reinhold 1841 (2)**, Reinhold, Sammlung practischer Erfahrungen und Vorschriften, Cemente, Mörtel und Bétons betreffend. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 15. Heft 2., Berlin 1841. 131-159.
- Reuther 1987**, Reuther, Hans, Ueber die Technik der Woelbung bei Balthasar Neumann. In: *Baukultur* 1987.1, 3-9.
- Riedel 1797 (1)**, Riedel, sen., Einleitung. Allgemeine Betrachtung über die Baukunst. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preußs. Ober-Bau-Departments. Bd. 1. Berlin 1797. 1-25.
- Riedel 1797 (2)**, Riedel d. Ältere, Nachricht von eisernen Brücken. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preußs. Ober-Bau-Departments. Bd. 1. Berlin 1797. 157-168.
- Riedel 1797 (3)**, Riedel d. Ältere, Etwas über schickliche Verzierung der Fassaden. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. Für angehende Baumeister und Freunde der Architektur. Hrsg. von mehreren Mitgliedern des Kgl. Preußs. Ober-Bau-Departments. Bd. 2. Berlin 1797. 48-58.
- Riedel 1798**, Riedel d. Ältere, Nachricht wegen Fortsetzung der allgemeinen Betrachtungen über die Baukunst. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. 1. Band. Berlin 1798. 107-117.
- Riedel 1803**, Riedel, Heinrich Carl dem Jüngeren, Erklärung über den Zweck, die Constructur und der innern Einrichtung derer auf diesen acht Kupfertafeln befindlichen zum Gebrauch bei den akademischen Vorlesungen über die Land-Baukunst entworfenen Gebäude, nebst beiläufigen Bemerkungen einiger vorzüglichen Gesichtspunkte, auf welche der angehende Baumeister, bei Entwerfung ähnlicher Gebäude, sein Augenmerk besonders zu richten habe. Berlin 1803.
- Rimann 1833**, Rimann, Practische Bemerkungen über die Anordnung die Baukosten der gewöhnlichen Getraide-Scheunen. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. Crelle, A. L., Bd. 6. Heft 4. Berlin 1833. 305-318.
- Ringhoffer 1862**, Ringhoffer, Emanuel, Lehre vom Hochbau. Brunn 1862.
- Ritgen 1835**, Ritgen, Hugo, Beiträge zur Würdigung des Antheils der Lehre von Constructionen in Holz und Eisen an der Ausbildung des Characters neuerer, zeitgemässer Baukunst, mitgetheilt von Hugo Ritgen Doctor der Philosophie und Architect zu Giessen. Vorwort von Dr. G. Moller, Leipzig und Darmstadt 1835.
- Rödlisch 1826**, Rödlisch, Unentbehrliche Ergänzung und Berichtigung eines vor kurzem unter dem Titel: Anleitung zur Erd-Bau-Kunst, (Pisé-Bau); Berlin 1826.
- Röhlen 1998**, Röhlen, Ulrich; Volhard, Franz, Lehm-Bau Regeln (Hrsg.) Dachverband Lehm e.V. Weimar, Entwurf Juni 1998.
- Romberg 1837**, Romberg, J. Andreas, Versuch einer architektonischen Formenlehre in Beziehung auf Gebäude unserer Zeit für Architekten und Kunstfreunde. Berlin 1837.
- Romberg 1838 (1)**, Romberg, J. Andreas, Mauerwerk, Versuche über die durch andere als die gewöhnlichen Materialien vermehrte Festigkeit desselben. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1838. 137,139.
- Romberg 1838**, Romberg, J. Andreas, Die Mauerwerks-Kunst in allen ihren Theilen. Wien 1838.
- Romberg 1841 (1)**, Romberg, J. Andreas, Construction und Form. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1841. 154-175.

LITERATURVERZEICHNIS

- Romberg 1841 (2)**, Romberg, J. Andreas, Baugesetze. Ueber Vorschriften zur Anlegung enger Rauchröhren. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1841. 205-207.
- Romberg 1842 (1)**, Romberg, J. Andreas, Construction und Form. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1842. 153-161.
- Romberg 1842 (2)**, Romberg, J. Andreas, Ueber die Construction der Gewölbe im Mittelalter. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1842. 192-225.
- Romberg 1847**, Romberg, J. Andreas, Die engen Schornsteinröhren des Herrn Rudolph, Ziegeleibesitzer in Meißen. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1847. 433,434.
- Romberg 1848**, Romberg, J. Andreas, Ueber Theorien und die Praxis. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1848. 9-14.
- Rommerdt 1828**, Rommerdt, Joh. Christian Carl, Handbuch der Land- und Wasserbaukunst für angehende und ausübende Forstmänner, Kameralisten und Oekonomen; von Dr. Joh. Christian Carl Rommerdt, Fürstl. Hohenloh. Kammer-Assessor, und ordentlichem Mitgliede der Societät der Forst- und Jagdkunde zu Meiningen. Bd. 1. Die Landbaukunst. Erfurt u. Gotha 1828.
- Rondelet 1812**, Rondelet, Jean, *Traité de l'art de bâtir*. Tafelband. Paris 1812.
- Rondelet 1833**, Rondelet, Jean, Theoretisch-praktische Anleitung zur Kunst zu bauen. übersetzt von C.H. Distelbarth. Bd. 1. Leipzig und Darmstadt 1833.
- Rondelet 1834**, Rondelet, Jean, Theoretisch-praktische Anleitung zur Kunst zu bauen. Bd. 2. Leipzig, Darmstadt u. Wien 1834.
- Rondelet 1835**, Rondelet, Jean, Theoretisch-praktische Anleitung zur Kunst zu bauen. Bd. 4. Leipzig, Darmstadt u. Wien 1835.
- Rönne 1846**, Rönne v., L.; Simon H., Die Verfassung und Verwaltung des Preußischen Staates. bzw. Die Bau-Polizei des Preußischen Staates. Breslau 1846.
- Röper 1998**, Römer, Detlef, Schadensbild und Restaurierung des Ummendorfer Sandsteins. In: *Generaldirektion der Stiftung Preussische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg*. 1998. 3. Heft der Wissenschaftlichen Reihe. Die Gotische Bibliothek Friedrich Wilhelms II. im Neuen Garten zu Potsdam. Berlin, Potsdam 1998. 69-73.
- Rosenthal 1830**, Rosenthal, Einiges über Bögen aus Ziegeln. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 2. Heft 3., Berlin 1830. 294-304.
- Rösling 1829**, Rösling, Christian Lebrecht; Rösling, Carl Wilhelm, Neugegründeter und vollständiger Unterricht in dem Gewölb-Bogen-Bau, gestützt auf Berechnung der Pressungen von Keil zu Keil. Ulm 1829.
- Roy le 1763**, Roy le, Von der Natur und Eigenschaft der Grundsätze der bürgerlichen Baukunst. Aus dem Französischen des Hrn. le Roy. In: *Bibliothek der schönen Wissenschaften und der freyen Künste*. 10 Bd. 1. Stück. Leipzig 1763. 1-8.
- Roy le 1764**, Roy le, Fortsetzung der Abhandlung von der Natur und Eigenschaft der Grundsätze der bürgerlichen Baukunst. Aus dem Französischen des Hrn. le Roy, Baumeister. In: *Bibliothek der schönen Wissenschaften und der freyen Künste*. Bd. 11. Stück 1. Leipzig 1764. 1-13.
- Rudolph 1829**, Rudolph, J. K., Die Hausmauerkunst. Handbuch zum praktischen Unterrichte für Maurer und Steinhauer, insbesondere zum Gebrauche bei den Bauhandwerkschulen in Kurhessen von J. K. Rudolph, kurfürstlich-hessischem Oberbaurathe. Cassel 1829.
- Runge 1837**, *Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Beschreibung der Verankerung eines Gewölbes im Palais des Prinzen Wilhelm, aus geführt 1835 vom Architekten des Palais Herrn Baurath Langhans. In: *Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Jg. 1837. Postdam 1840. 7.
- Russell 1993**, Russell, Terence M.; Ashworth, Ann-Marie, Architecture in the Encyclopédie of Diderot and d'Alembert. The Letterpress Articles and Selected Engravings. Hants GB / Vermont USA 1993.
- Sachs 1825**, Sachs, S., Anleitung zur Erd-Bau-Kunst, (Pisé-Bau); mit Anwendung auf alle Arten von Stadt- und Land-Bauten, nebst einer vollständigen Lehre von der Konstruktion der Tonnen-, Kappen- und Kreuzgewölbe in reinem Lehm und von der Anfertigung feuersicherer Dächer ohne alles Holzwerk, auch einer Anweisung, die Fundamente bis auf den Baugrund in bloßem Lehm anzufertigen. Berlin 1825.
- Sachs 1831**, Sachs, Salomon, Bau-Recht in seinem ganzen Umfange, oder Grundlage einer vollständigen und zeitgemäß verbesserten Bauordnung. Ein Handbuch für Baumeister, Juristen, Polizei-Beamte, Grundbesitzer, so wie für Jeden, der über die Rechte bei Bau-Anlagen aller Art sich gründlich unterrichten will. zweiter, oder practischer Theil. Berlin 1831.
- Sachse 1975**, Sachse, Hans-Joachim, Barocke Dachwerke, Decken und Gewölbe. Zur Baugeschichte und Baukonstruktion in Süddeutschland. Berlin 1975.
- Salzenberg 1839**, Salzenberg, W., Küchen mit massivem Fußboden in oberen Stockwerken.. In: *Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Jg. 1839. Postdam 1840. 13-14.
- Sammlung 1798 (1)**, Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten Berlin 1798. Bd. 3.
- Sammlung 1799 (1)**, Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten Berlin 1799. Bd. 3.
- Sandrart 1675**, Sandrart v. auf Stockau, Joachim, L'Academia Todesca della Architectura, Scultura & Pittura: oder Teutsche Academie der Edlen Bau- Bild- und Mahlerey Künste:... . Nürnberg Frankfurt 1675.
- Sandrart 1679**, Sandrart v. auf Stockau, Joachim, Der Teutschen Academie Zweyter und letzter Haupt-Theil / von der edlen Bau- Bild- und Mahlerey-Künste: ... Leipzig 1679.
- Sax 1807**, Sax, Franz, Bau-Technologie und Bau-Oekonomie. Bd. 2. Die Maurer Kunst. Wien 1807.
- Schauplatz 1765**, Schauplatz der Künste. Die Kunst Mauer- und Dachziegel zu streichen, von Duhamel, Foucroy und Gallon, Im Schauplatz der Künste und Handwerke. Bd. IV, VII. 1765 Königsberg und Mitau.

- Schauplatz**, Schauplatz der Natur und der Künste, in vier Sprachen. 1. Jg. Wien 1774.; 2. Jg. Wien 1775.; 3. Jg. Wien 1776.; 4. Jg. Wien 1776.; 10. Jg. Wien 1783.
- Scheidegger 1992**, Scheidegger, Fritz, Hrsg. Aus der Geschichte der Bautechnik. Band 1. Grundlagen. Basel, Bosten, Berlin 1990. Band 2. Anwendungen. Basel, Bosten, Berlin 1992.
- Schendel 1992**, Schendel, Adelheid, Landbaukunst in Brandenburg um 1800. In: Baukunst in Brandenburg, Hrsg. Landesregierung Brandenburg. Köln 1992. 111-134.
- Schinkel 1826**, Schinkel, Karl Friedrich, Hrsg. Sammlung architectonischer Entwürfe von Schinkel enthaltend theils Werke welche ausgeführt sind, theils Gegenstände deren Ausführung beabsichtigt wurde, bearbeitet und herausgegeben von Schinkel. Sechstes Heft. Berlin 1825. Achtes Heft. Berlin 1826.
- Schinkel 1835**, Technische Deputation; kgl. Technische Deputation, Grundlage der praktischen Baukunst. Erster Theil Maurerkunst in 22 Musterblättern. Entwürfe zu Wohngebäuden, in XX. Tafeln. nach Zeichnungen des königlichen Ober-Bau Direktors Herrn Schinkel. Vorlegeblätter für Maurer in 42 lithographirten Tafeln mit Erläuterungen. Nach der Originalausgabe. der königl. technischen Deputation für Gewerbe mit deren Bewilligung herausgegeben. zweite Auflage. Berlin 1835 (erste Auflage 1830.)
- Schmauß 1849**, Schmauß v., Die Kriegspulvermagazine der Festung Germersheim. In: *Allgemeine Bauzeitung* Hrsg. Förster, Christian Friedrich Ludwig, 14. Jg. Wien 1849. 110-111.
- Schmidt**, Schmidt, Friedrich Christian, Der bürgerliche Baumeister, oder der Versuch eines Unterrichts für Baulustige, welcher sie durch eine große Anzahl ganz verschiedener Plane in den Stande setzt, die Einrichtung ihrer Wohngebäude selbst zu entwerfen, und ihnen alles lehrt, was sie vor, während und nach einem Bau zu wissen nöthig haben. Entworfen von Friedrich Christian Schmidt, herzogl. Gothasichen Vorsteheramts-Verweser. erster und zweyter Theil. Gotha 1790-1794.
- Schmitt 1998**, Schmitt, Heinrich, Heene, Andreas, Hochbaukonstruktion. Die Bauteile und das Baugefüge Grundlagen des heutigen Bauens. 14. aktualisierte Auflage. Braunschweig Wiesbaden 1998.
- Schmitz 1925**, Schmitz, Hermann, Berliner Baumeister vom Ausgang des achtzehnten Jahrhunderts. Berlin 1980. unveränderter Nachdruck der zweiten Auflage von 1925.
- Scholz 1984**, Scholz, Wilhelm, Baustoffkenntnis. Hrsg. H. Knoblauch u.a.. 10. neubearb. Auflage. Düsseldorf 1984.
- Schübler 1732**, Schübler, Johann Jacob, Synopsis Architecturae Civilis Eclecticae, oder Kurzer Entwurf von denen nöthigen Partial-Begriffen, welche in der Antiquen Geometria Elementari, durch das nützliche Diagramma Quadrangulare den ganzen Umfang der CIVIL-BAU-KUNST vorstellig machen, vornehmlich aber in gegenwärtigen nach einem Fundamentalen Methodo die regulären Maximen anzeigen, die bey Verfertigung einer vollständigen Ichnographisch- und Orthographischen Invention und Delineation eines Adelichen Wohn-Hauses erfordert werden.... Nürnberg 1732.
- Schübler 1735**, Schübler, Johann Jacob, Synopsis Architecturae Civilis Eclecticae oder Kurzer Entwurf von der vierten Continuation. worinnen unterschiedliche Partial-Begriffe enthalten, welche in der Antiquen Geometria Elementari gegründet, und durch das nützliche Diagramma Quadrangulare der dem Umfang der CIVIL-BAU-KUNST in ihren behenden Nutzen weisen, und vornehmlich in diesen zum fünfften mal verfassten Zwölff Tabellen, nach einem Fundamentalen Methodo, die regulären Maximen anzeigen, die bey Verfertigung einer vollständigen Ichnographisch- und Orthographischen Invention und Delineation, eines neuen nach allen Theilen Diagrammatisch-proportionirten Adelichen größern Wohn-Hauses erfordert werden.... Nürnberg 1735.
- Schulz 1808**, Schulz, F. J. E. Versuch einiger Beiträge zur hydraulischen Architektur. Königsberg 1808.
- Schulze 1961**, Schulze, Johannes, Die Mark Brandenburg. Bd. 1. Entstehung und Entwicklung unter den askanischen Markgrafen (bis 1319). Berlin 1961.
- Schumacher 1982**, Schumacher, Fritz, Strömungen in Deutscher Baukunst seit 1800. 3. Aufl. Braunschweig 1982.
- Schütte 1795**, Schütte, Friedrich Wilhelm, Ueber Wirthschaftsgebäude und Bestimmung der Größe derselben. Halberstadt 1795.
- Schütte 1984**, Schütte, Ulrich, Architekt und Ingenieur. In: *Architekt und Ingenieur. Baumeister in Krieg und Frieden. Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek* Nr. 42. Wolfenbüttel 1984. 18-32.
- Seiz 1792**, Seiz, Ueber den Einfluß der Ausbildung der Handwerker auf Baukunst und Staat. In: *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. Hrsg. Huth, Gottfried, zweyter Band, erster Theil. Weimar 1792. 14-27.
- Siedler 1932**, Siedler, Eduard Jobst, Die Lehre vom neuen Bauen. Ein Handbuch der Baustoffe und Bauweisen. Berlin 1932.
- Silberschlag 1773**, Silberschlag, Johann Esaias, Ausführliche Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaus von Johann Esaias Silberschlag, königlich-Preussischen Oberconsistorial- und Oberbauraths u. Directors der königl. Realschule und Mitgliedes der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. zweyter Theil. Leipzig 1773,
- Simon 1799**, Simon, Ueber die Natur des Kalksteins. In: *Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. 2. Band. Berlin 1799. 96-112.
- Simon 1800 (1)**, Simon, Ueber die Natur des Kalksteins. (Fortsetzung) In: *Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. 1. Band. Berlin 1800. 53-78.
- Simon 1800 (2)**, Simon, Ueber die Natur des Kalksteins. In: *Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. 2. Band. Berlin 1800. 84-119.
- Simon 1803**, Simon, Ueber die Natur des Gipses. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 1. Band. Berlin 1803. 68-89.
- Simon 1804**, Simon, Ueber die Natur des Gipses. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. Hrsg. Mitglieder des Ober-Bau-Departements. 2. Band. Berlin 1804. 77-88.
- Simon 1806**, Simon, Berichtigung einer Behauptung, in Absicht der Holländischen Ziegel. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. Hrsg. D. Gilly, 2. Band. 6 Jg. Berlin 1806. 91-93.

LITERATURVERZEICHNIS

- Sirodot 1852**, Sirodot, Ueber die Gegenstände des Bau-faches, die sich auf der Industrieausstellung zu Paris befanden (1849), als hohle Mauern von Gyps und Gypsschutt, Hohlziegel, Essenziegel, Gypsdecken, hydraulischen Kalk und Cemente u.s.w.. Auszüge aus dem 8. Bd. Revue générale de l'Architecture et des travaux publics. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1852. 21-46.
- Spitzer 1987**, Spitzer, Heinz; Zimm, Alfred, Berlin von 1650 bis 1900. Entwicklung der Stadt in historischen Plänen und Ansichten mit Erläuterungen. Berlin, Leipzig 1987.
- Stark 1995**, Stark, Jochen; Wicht, Bernd, Geschichte der Baustoffe. In: Schriften der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar. Weimar 1995.
- Steiner 1803**, Steiner, Johann Friedrich Rudolph, Entwurf einer neuen durchaus feuerfesten Bauart mit gewölbten Decken und Dachungen zur Sicherheit und Wohlfahrt der menschlichen Wohnungen und anderer Gebäude. Theil 1. Weimar 1803.
- Stieglitz 1792**, Stieglitz, Christian Ludwig, Encyklopädie der bürgerlichen Baukunst in welcher alle Fächer dieser Kunst nach alphabetischer Ordnung abgehandelt sind. Leipzig 1792.
- Stieglitz 1794**, Stieglitz, Christian Ludwig, Encyklopädie der bürgerlichen Baukunst, in welcher alle Fächer dieser Kunst nach alphabetischer Ordnung abgehandelt sind. Ein Handbuch für Staatswirth, Baumeister und Landwirth. Zweyter Theil. E-J. Leipzig 1794.
- Stieglitz 1798**, Stieglitz, Christian Ludwig, Encyklopädie der bürgerlichen Baukunst, in welcher alle Fächer dieser Kunst nach alphabetischer Ordnung abgehandelt sind. Ein Handbuch für Staatswirth, Baumeister und Landwirth. Fünfter Theil. Schi- Z., Leipzig 1798.
- Stieglitz 1801**, Stieglitz, Christian Ludwig, Archaeologie der Baukunst der Griechen und Römer. zweyter Theil. Erste Abtheilung. Weimar 1801.
- Stieglitz 1805**, Stieglitz, Christian Ludwig, Zeichnungen aus der schönen Baukunst oder Darstellung idealischer und ausgeführter Gebäude mit ihren Grund- und Aufrissen mit nöthigen Erklärungen und Einer Abhandlung über die Schönheit der Baukunst. zweite verbesserte Aufl., Leipzig 1805.
- Straub 1992**, Straub, Hans, Die Geschichte der Bauingenieurkunst. Ein Überblick von der Antike bis in die Neuzeit. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. Herausgegeben von Peter Zimmermann unter Mitarbeit von Niklaus Schnitter und Hans K. Straub jun., Basel, Boston, Berlin 1992.
- Strecke 2000**, Strecke, Reinhart, Anfänge und Innovation der preußischen Bauverwaltung: von David Gilly zu Karl Friedrich Schinkel. In: Veröffentlichungen aus den Archiven Preussischer Kulturbesitz. Bd. 6. Hrsg. Jürgen Kloosterhuis und I-selin Gundermann. Köln, Weimar, Wien 2000.
- Sturm 1699**, Sturm, Leonhard Christoph, Hrsg. Erste Ausübung der vortreflichen und Vollständigen Anweisung zu der Civil-Bau-Kunst, Nicolai Goldmanns, bestehend in neun ausgeführten Anmerkungen.... Braunschweig 1699.
- Sturm 1718 (1)**, Sturm, Leonhard, Christoph, Vollständige Anweisung/ Grosser Herren Pallaeste starck/ bequem/ nach den Reguln der antiken Architectur untadelich/ und nach dem heutigen Gusto schönen und praechtig anzugeben. Worinnen zugleich insgemein die in einem besonderen Tractat schon angewiesene Handgriffe geschickt zu inventiren/ ferner durch Exempla vertraulich appliciret und erkläret/ auch alle die Fehler / die sonst als fast unumgänglich bey Anordnung solcher Gebäude gehalten/ und durch die Gewohnheit erträglich worden/ also untersucht werden / daß sie inskünfftige sich ganz wohl und völlig vermeiden lassen. ... Augspurg 1718.
- Sturm 1718 (2)**, Sturm, Leonhard, Christoph, Leonhard Christoph Sturms Vollständige Anweisung Regierungs-Land- und Rath-Häuser/ Wie auch Kauff-Haeuser und Boersen starck/ bequem und zierlich anzugeben/ Worinnen Nicolai Goldmanns Text Lib. IV. capp.6. 7. 8. und 9. erläuret/ Bey der Gelegenheit von den Basilicis der alten Römer gehandelt/... Augspurg 1718.
- Sturm 1718 (3)**, Sturm, Leonhard, Christoph, Kurze Vorstellung der ganzen CIVIL-Bau-Kunst/ Worinnen erstlich die vornehmsten Kunst-Wörter/ so darinnen immerzu vorkommen/ in fünfferley Sprachen angeführet und erkläret/ Zum Andern: Die allgemeinsten und nöthigsten Reguln deutlih angewiesen werden/ Allerhand Persohnen / als Fürstlichen Bedienten/ Beysitzern der Raths-Collegiorum, Beamten/ und denen/ so sich zu allen solchen Bedienungen durch Reisen habilitiren wollen zum Nutzen Auch zugleich zu einem nöthigen Antheil des unterhanden habenden Goldmannischen Architectonischen Werckes ausgearbeitet/ Von Leonhard Christoph Sturm. Augspurg 1718.
- Sturm 1718 (4)**, Sturm, Leonhard Christoph, Leonhard Christoph Sturms Vollständige Anweisung Die Bogen=Stellung nach der Civil Bau-Kunst in allen Fällen recht einzutheilen/ Mit zwey Tabellen von Figuren erkläret Wobey von der Ubereinander-Stellung der Säulen gründlich gehandelt/ Insonderheit von Sieges-Bögen oder Ehren-Pforten recht ausführliche Nachricht gegeben/ Alles aber Nach dem Goldmannischen Fundament vollkommen ausgeführet/ und mit dreyzehn Exempeln von neuen Inventionen in siebenzehnen saubern Kupfferstichen erläuret wird. Augspurg 1718.
- Sturm 1718 (5)**, Sturm, Leonard Christoph, Freundlicher Wett-Streit der französischen / holländischen und Teutschen Krieger-Bau-Kunst/ Worinnen Die Befestigungs-Manier des Hern. von Vauban an Neu-Breisach/ Die beste Manier des Hern. von Loehoorn/ und zweyerley Vorstellungen der von L. C. Sturm publicirten/ und nach des weit-berühmten Hrn. George Rimplers Maximen eingerichteten Manier... Augspurg 1718.
- Sturm 1719**, Sturm, Leonhard Christoph, Architectura Civili-Militaris. oder Vollständige Anweisung/ Stadt-Thore/ Brucken/ Zeug-Häuser/ Casematten/ oder andere Souterrains der Wälle/ Casernen, Baraquen, Corps de Gardes, und Proviant-Haeuser behörig anzugeben. Worinnen Theils was Goldmann in seinem vierdten Buch davon geschrieben/ erkläret und vollständiger außgeführt/ Theils was er davon nicht berühret/ hinzugethan/ ... Augspurg Anno M DCC XIX (1719)
- Sturm 1720**, Sturm, Leonhard Christoph, Leonhard Christoph Sturms Vollständige Anweisung Innerer Austheilung der Gebäude/ wie nemlich Theils die besonderen Stücke/ so einen ganzen Bau ausmachen Helffn / al Oeffnungen/ Treppen/ Böden und Decken geschickt und beständig anzugeben/ Theils die Austheilung verschiedener Arten der Zimmer so wohl nach der alten als neuen Bau-Art in acht zu nehmen/ Zur Ergänzung des grossen Architectonischen Wercks aufrichtig mitgetheilt. Augspurg Anno MDCCXX. (1720).

- Sturm 1721**, Sturm, Vollständige Anweisung alle Arten von Bürgerlichen WohnHäusern wohl anzugeben: Worinnen I. Nicolai Goldmanns Anweisung und zwey Exempel gründlich erkläret/ II. Deren Imitation in sechs unterschiedlichen Exempeln gezeigt/ III. Die Application in sechs unterschiedlichen auf einerley ganz irregularen Platz eingerichteten Häusern an die Hand gegeben/ Endlich IV. Durch 88. andere Exempel völlig in die Übung gebracht/ ... Augspurg/ Anno MDCCXXI. (1721)
- Sturm 1740**, Sturm, L. C., Freundlicher Wett-Streit Der Französischen, Holländischen und Teutschen Krieger-Bau-Kunst, Worinnen die Befestigungs-Manier des Hrn. von Vauban an Neu-Breisach/ Die beste Manier des Hrn. von Coehoorn/ und zweyerley Vorstellungen der von L. C. Sturm publicirten/ und nach des weit-berühmten Hrn. George Rimplers Maximen eingerichteten Manier/... . Augspurg 1740.
- Sturm 1745**, Sturm, Leonard Christoph, Kurze Vorstellung der ganzen Civil-Bau-Kunst, worinnen erstlich die vornehmsten Kunst-Wörter, so darinnen immerzu vorkommen, in fünfferley Sprachen angeführet und erkläret, Zum andern: die all-gemeinsten und nöthigen Regulen deutlich angewiesen werden. Augspurg 1745.
- Sturm 1911**, Sturm, Ambros, Geschichte der Mathematik bis zum Ausgange des 18. Jahrhunderts. In: Sammlung Gröschel. zweite verbesserte Aufl. Leipzig 1911.
- Succov 1751**, Succov, M. Laurenz Johann Daniel, Erste Gründe der Bürgerlichen Baukunst in einem Zusammenhange und auf Verlangen entworfen von M. Laurenz Johann Daniel Succov hochfürstl. Schwarzburg- Rudolfsstädt. Berg-Secretar. Jena 1751.
- Suckow 1781**, Suckow, Lorenz Johann Daniel, Erste Gründe der Bürgerlichen Baukunst in einem Zusammenhange entworfen von Lorenz Johann Daniel Suckow herzogl. Sachsen-Weimar- und Eisenachischer Cammerath, der Naturlehre ordentl. Lehrer, der königl. Dänischen Drontheimischen, wie der Akkerakademie, der königl. Preussischen Frankfurtschen, der Schlesischen Patriotischen Gesellschaft; der Churmaynzischen Akademie der nützlichen Wissenschaften Mitglied; und der Jenaischen Akademie der höhern Wissenschaften, so wie der teutschen Gesellschaft Director. 3. veränderte und vermehrte Auflage bearbeitet von Huth. Jena 1781.
- Suckow 1798**, Suckow, Lorenz Johann Daniel, Erste Gründe der Bürgerlichen Baukunst. 4. Auflage. Jena 1798
- Tappe 1818**, Tappe, Wilhelm, Darstellung einer neuen äußerst wenig Holz erfordernden und höchstfeuersichern Bauart. Die Hütte. Allen Vorstehern, Beschützern und Freunden der geringern Volksklassen. so wie den Liebhabern nützlicher und neuer Erfindungen und Vorschläge, wie auch allen Baumeistern besonders gewidmet. von Wilhelm Tappe, Fürstl. Lip-pischem Landbaumeister erstes Heft.. Essen u. Duisburg 1818.
- Tappe 1819**, Tappe, Wilhelm, Darstellung einer neuen äußerst wenig Holz erfordernden und höchst feuersicheren Bauart. Landgebäude für den Mittelstand und die Landwirthschaft. zweites Heft. Essen und Duisburg 1819.
- Tappe 1821**, Tappe, Wilhelm, Darstellung einer neuen äußerst wenig Holz erfordernden und höchst feuersichern Bauart. Städtische Gebäude. Allen unpartheiischen Freunden vaterländischer Kunst gewidmet von Wilhelm Tappe. fünftes Heft. Essen 1821.
- Thaer 1818**, Thaer, Hrsg. Briefe eines Reisenden über den gegenwärtigen Zustand der Landwirthschaft in Britannien. In: Möglinsche Annalen der Landwirthschaft, herausgegeben von der königlich. Preuß. Akademie des Landbaues zu Möglin unter der Leitung des Herrn Staats-Raths Thaer. Band 2. Berlin 1818. vierter Brief. 43-69.
- Tredgold 1821**, Tredgold, Thom., Bericht über einige Versuche über Biegsamkeit und Stärke der Steine. aus Tilloch's Philo-sophical Magazine et Journal. Oct 1820. N. 220. 290. In: *Polytechnisches Journal*. Hrsg. Dingler Jo. Go., Bd. 4. 1821. 96-103.
- Triest 1809**, Triest, August Ferdinand, Grundsätze zur Anfertigung richtiger Anschläge welche die Land-Baukunst in sich begreift; von August Ferdinand Triest, königl. Preuß. Ober-Baudirektor. Band 1 und 2. Berlin 1809.
- Troitzsch 1991**, Troitzsch, Ulrich, Technischer Wandel in Staat und Gesellschaft zwischen 1600 und 1750. In: *Propyläen Technikgeschichte. Bd. 3. 1600-1840 Mechanisierung und Maschinisierung*. Hrsg. Wolfgang König, Berlin 1991. 11-264.
- Turek 1846**, Turek, Zweckmäßige Anlage gewölbter Stallungen. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1846. 427-430.
- Usemann 1987**, Usemann, Klaus W., Die baugeschichtliche Entwicklung der Außenwand. In: *Bauphysik* 5/ 1987. 133-153.
- Vauban 1696**, Vauban de Leprestre, Sebastien, Teutsch-Redender Vauban, oder Vollkommene Unterweisung, alle Plätze / Sie seyen Regular, oder irregular, auff die allerneuste Art und Weiß / nach der heutigen Fortifications-Kunst zu befestigen / Mit einem curiosen Bericht / worinn diese Neue Erfindungen von den andern unterschieden. Alles in Französischer Sprach herauß gegeben / Von dem Welt-berfussen Ingenieur DE VAUBAN. Anjetzo der Teutschen Nation zu lieb/ n das Hoch-Teutsche gegeben und gedruckt: Maynz / In Verlegung Ludwig Bourgeat. Anno M. DC.XCVI. Maynz (1696).
- Versuch 1792**, Versuch, Schornsteine und Oefenkammine, in jedem Verhältnisse, nach Grundsätzen, zweckmäßig anzulegen, und übelziehende zu verbessern. Marburg 1792.
- Vicat 1821**, Vicat, Über Kalk und Mörtel. Auszug aus Vicat's Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires; et du Supplément inédit relatif à la fabrication des pouzzoulanes artificielles. aus Annales de Chemie et de Physique. Dec. 1820. 365. In: *Polytechnisches Journal*. Hrsg Dingler, Jo. Go., Bd. 4. 1821. 280 - 293.
- Vitruvius 1548**, Vitruvius, Pollio, Des aller nachmahffigsten undd hocheffarnesten / römischen Architeccti / undd kunstreichen Werck oder Bawmeysters / Marci Vitruuij Pollionis / Zehn Bücher von der Architectur und künstlichem Bawen. ... Erstmals verteutscht / undd in Truck verordnet / Durch D. Gualtherum H. Riium. Basel 1548.
- Vitruvius 1987**, Vitruvius Pollio, Marcus, Zehn Bücher über Architektur. übersetzt u. erläutert von Jakob Prestel, 3. Auflage. Baden-Baden 1987.
- Voch 1780 (1)** Voch, Lukas, Bürgerliche Baukunst, Darinn gezeigt wird, wie die innerliche Einrichtung der bürgerlichen Wohngebäuden vorzunehmen, damit sie den Absichten des Bauherrn gemäß seye. erster Theil. Augsburg 1780.
- Voch 1780 (2)**, Voch, Lukas, Unterricht bey vorfallenden Baustrittigkeiten. Augsburg 1780. Nachdruck Leipzig 1979.

LITERATURVERZEICHNIS

- Voch 1781**, Voch, Lukas, Bürgerliche Baukunst., zweyter Theil, worinnen von Hospitälern, Lazarethen, Weysen- Armen- und Findlingshäusern, wie auch von einer besondern Anlage eines Tollhauses gehandelt wird. zweyter Theil. Augsburg 1781.
- Voch 1782**, Voch, Lukas, Bürgerliche Baukunst. Worinnen von Römisch katholischen und Protestantischen Kirchen, und Klöstern gehandelt wird. Vierter Theil. Augsburg 1782.
- Voit 1820**, Voit, Ueber bequeme und schickliche Anordnung des Innern der Wohngebäude durch vortheilhafte Benutzung und Eintheilung des Raumes, und durch die zweckmäßige Situation der Vorkamine und Abtritte... . In: *Polytechnisches Journal*. Hrsg. Dingler, Jo. Go., 1820. Bd. 2 306-339.
- Voit 1821**, Voit, Ueber die Bereitung eines guten Mörtels durch des richtigen Verhältnisses des Sandes zum Kalk; auch über die Quantität des Mörtels zum Mauerwerk. In: *Polytechnisches Journal*. Hrsg. Dingler, Jo. Go., 1821. Bd.4. 293-303.
- Voit 1831**, Voit, Einige Bemerkungen über Thor- und Thürsturze und Dachverbände. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 4. Heft 3., Berlin 1831. 346-354.
- Wanderley 1788**, Wanderley, Germano, Handbuch der Bau-Constructionslehre. Bd. 2. Die Constructionen in Stein. 2. Aufl. Leipzig 1788.
- Wasmuth 1931**, Wasmuths Lexikon der Baukunst. Bd. 3. H bis Ozo. Berlin 1931.
- Wasmuth 1932**, Wasmuths Lexikon der Baukunst. Bd. 4. P bis Zyp. Berlin 1932.
- Wedeke 1842**, Wedeke, J. C., Handbuch der bürgerlichen Baukunst. Allgemein faßlich für Maurer- und Zimmermeister und die es werden wollen. Band 1. Theil 1. Quedlinburg u. Leipzig 1842.
- Wedeke 1849**, Wedeke, J. C., Handbuch der bürgerlichen Baukunst. Allgemein faßlich für Maurer- und Zimmermeister und die es werden wollen. zweiter Band, zweiter Theil. Quedlinburg u. Leipzig 1849.
- Wefeld 1988**, Wefeld, Hans Joachim, Ingenieure aus Berlin. 300 Jahres technisches Schulwesen. Berlin 1988.
- Wegener 1988**, Wegener, Ewald; Caspary, Hans; Custodis, Paul-Georg; Flack, Ludwig; Rupprecht, Gerd, Stadt Mainz. Altstadt., In: Denkmaltopographie Bundesrepublik Deutschland. Kulturdenkmäler in Rheinland-Pfalz Band 2.2. Hrsg. im Auftrag des Kultusministeriums vom Landesamt für Denkmalpflege. Düsseldorf 1988.
- Weinlig 1789**, Weinlig, Ueber Gothische Bauart. In: *Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst*. Hrsg. Huth, Gottfried, erster Band, erster Theil, Weimar 1789. 80-84.
- Wenzel 1994**, Wenzel, Fritz, Behutsame Vorgehensweisen bei der Mauerwerkinstandsetzung. In: *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke*: Bauefuge, Konstruktionen, Werkstoffe; Jahrbuch 1994/ Sonderforschungsbereich 315, Univ. Karlsruhe. Berlin 1996. 139-154.
- Wernet 1963**, Wernet, Wilhelm, Kurzgefasste Geschichte des Handwerks in Deutschland. vierte Auflage. Dortmund 1963.
- Widmann 1839**, Widmann, J., Construction flacher Kappen . In: *Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin*. Jg. 1839. Potsdam 1840. 14-15.
- Wiebeking 1825**, Wiebeking v., Carl Friedrich, Theoretisch-Practische Bürgerliche Baukunde durch Geschichte und Beschreibung der Merkwürdigsten Baudenkmahe und ihre genauen Abbildungen bereichert. Bd. III. München 1825.
- Wiebeking 1826**, Wiebeking v., Carl Friedrich, Theoretisch-Practische Bürgerliche Baukunde durch Geschichte und Beschreibung der Merkwürdigsten Baudenkmahe und ihre genauen Abbildungen bereichert. Bd. IV. München 1826.
- Wieleitner 1911**, Wieleitner, Heinrich, Geschichte der Mathematik. II. Teil. Von Cartesius bis zur Wende des 18. Jahrhunderts. In: Sammlung Schubert LXIII. Leipzig 1911.
- Winkelmann 1762**, Winkelmann, Johann Joachim, Anmerkungen über die Baukunst der Alten. Leipzig 1762. In: *Studien zur Deutschen Kunstgeschichte* Bd. 337 Kunsttheoretische Schriften. Baden-Baden, Strasbourg 1964.
- Winkelmann 1843**, Winkelmann, W., Praktische Anleitung für Maurer zur Anfertigung der sogenannten Böhmischen Kappen- oder flachen Kugelgewölbe. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg, Leipzig 1843. 158-160.
- Wittig 1830**, Wittig, Über schwache Stellen in Gebäuden. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 3. Heft 2., Berlin 1830. 204-221.
- Wolf 1846**, Wolf, Ein Princip und keine Parteien. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Hrsg. J. Andreas Romberg. Leipzig 1846. Sp.411-422.
- Wolfram 1812**, Wolfram, Johann Ludwig Friedrich, Vollständige Abhandlung über Kalk, Gips und Mörtel für Kameralisten, Baumeister u. ... Kulmbach 1812.
- Wolfram 1818**, Wolfram, Ludwig Friedrich, Handbuch für Baumeister. erste Abtheilung. Das Wissenschaftliche und die Kunst des Maurers u. Steinmetzes. Zweiter Theil. Form- und Verbindungslehre. Rudolstadt 1818.
- Wolfram 1833 (1)**, Wolfram, Ludwig Friedrich, Vollständiges Lehrbuch der gesamten Baukunst. Bd. 1. Lehre von den Baustoffen. 1. Abtheilung. Von den natürlichen Bausteinen. Stuttgart u. Wien 1833.
- Wolfram 1833 (2)**, Wolfram, Ludwig Friedrich, Vollständiges Lehrbuch der gesamten Baukunst. Bd. 1. Lehre von den Baustoffen. 2. Abtheilung. Von den künstlichen Bausteinen und Verbindungsstoffen. Stuttgart u. Wien 1833.
- Wolfram 1837**, Wolfram, Ludwig Friedrich, Vollständiges Lehrbuch der gesamten Baukunst. Bd. 2. Lehre von den Erd-Bauarbeiten. 1. Abtheilung. Von den Erd-Bauarbeiten im Allgemeinen und vom Gründen der Gebäude ins Besondere. Stuttgart u. Wien 1837.
- Wolfram 1838**, Wolfram, Ludwig Friedrich, Vollständiges Lehrbuch der gesamten Baukunst. Bd. 3. Lehre von den Hochgebäuden. 1. Abtheilung. Von den Formen und Größenverhältnissen der Hochgebäude in allen ihren masiven Theilen, Stuttgart u. Wien 1838.
- Wolfram 1839**, Wolfram, Ludwig Friedrich, Vollständiges Lehrbuch der gesamten Baukunst. Bd. 3. Lehre von den Hochgebäuden. 2. Abtheilung. Von der Ausführung der Hochgebäude in allen ihren masiven Theilen, in Absicht auf Schönheit, Zweck, Festigkeit, Dauer, Wohlfeilheit. Stuttgart u. Wien 1839.

- Zedler 1735**, Zedler, Johann Heinrich, Grosses vollständiges Universal Lexikon aller Wissenschaften und Künste, Welches bißhero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden und verbessert worden. Halle und Leipzig 1735. Bd. 10. G-Gl. Nachdruck Graz 1961.
- Zedler 1737**, Zedler, Johann Heinrich, Grosses vollständiges Universal Lexikon aller Wissenschaften und Künste, Welches bißhero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden und verbessert worden. Halle und Leipzig 1737. Bd. 16. La-Le. Nachdruck Graz 1961.
- Ziegler 1776**, Ziegler, C. L., Herrn C. L. Zieglers, Churhannövrischen Landbauführers, BEANTWORTUNG der von dem königl. Preußischen General-Ober-Finanz-Kriegs- und Domainen-Directorio ausgesetzten PREISFRAGE ÜBER DIE URSACHEN DER FESTIGKEIT ALTER RÖMISCHER UND GOTHISCHER GEBÄUDE und die Mittel, gleiche Dauerhaftigkeit bey neuen Mauerwerken zu erhalten. Berlin 1776.
- Zimmermann 1830**, Zimmermann, Einige Bemerkungen über die Festigkeit, Mischungs-Verhältnisse und Zubereitung des Bétons, oder des Mauerwerks aus klein geschlagenen, mit Mörtel untermengten Steinen, dessen man sich zuweilen, um Fangdämme und Wasserschöpfen zu sparen, zur Fundamentirung von Bauwerken unter Wasser zu bedient. In: *Journal für die Baukunst*. In zwanglosen Heften. Hrsg. A. L. Crelle. Bd. 3. Heft 1., Berlin 1830. 1-32.
- Zitelmann 1803**, Zitelmann, Joachim Ludewig, Kurze Darstellung der Geschichte und Verfassung des Königlichen Preussischen Ober-Bau-Departements. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten die Baukunst betreffend*. 1. Band. Berlin 1803. 90-112.

Angermünde, Landkreis Uckermark Klosterstraße 58-62, Fabrikhaus (Tuchmanufaktur) (1767), 48, 217, 235,
 Angermünde, Landkreis Uckermark, Markt 18, Gerichtsgebäude und Gefängnis (um 1850) 214,
 Angermünde, Landkreis Uckermark, Schleusenstraße 14, Wohngebäude (1797)
 Bad Freienwalde, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Bad Freienwalde Insel, Logier- und Badehaus (1788/91) 113, 214, 221,
 316,
 Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe, Gutshaus, Ziegelbau (ca. 1818, Inschrift der Freitreppe) 57,
 141, 214,
 Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe, landwirtschaftliches Wohnhaus (Anfang 19. Jh.) 129, 130,
 147, 148, 155, 214, 259,
 Beeskow, Landkreis Oder-Spree, Berliner Straße 10, (vermutlich 17. Jh.)
 Beeskow, Landkreis Oder-Spree, Stadtmauer 109,
 Beeskow, Landkreis Oder-Spree, Berliner Straße 30, ehem. Wohn- und Geschäftsgebäude (1795)
 Beeskow, Landkreis Oder-Spree, Burg (Ende 16. Jh. Anfang 17. Jh.)
 Beeskow, Landkreis Oder-Spree, Rudolf-Breitscheid-Straße 1, ehemaliges Schützenhaus (1832/36) 120, 348,
 Behlendorf, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel Heinersdorf, Vorwerk bestehend aus Scheunen und Wohngebäuden (um
 1800) 140, 142,
 Berlin-Dahlem, Gutshaus (Domäne Dahlem) (16. Jh. Fassadengestaltung teilweise zweite Hälfte 17. Jh.) 221,
 Berlin-Dahlem Stampfbauten (Domäne Dahlem) (1. H. 19. Jh.) 36,
 Berlin-Köpenick, Katzensgraben 11, Wohngebäude (ca. 1763) 57,
 Berlin-Köpenick, Schloss (1688) 51,
 Berlin-Kreuzberg, Bergmannstraße, Friedhof der Dreifaltigkeitskirche Mausoleum der Familie Eppenstein (1834) (Inschrift
 1843) 81, 277, 324, 341,
 Berlin-Kreuzberg, Bergmannstraße, Friedhof der Dreifaltigkeitskirche, Grabmal der Christine Charlotte Sophie v. d. Osten
 Sacken (um 1811) 138,
 Berlin-Mitte, Bebelplatz, Hedwigskathedrale (1747-73) 298,
 Berlin-Mitte, Auguststraße 69, Wohngebäude, Vorderhaus (vor 1792), Seitenflügel (ca. 1830) 56, 212, 222,
 Berlin-Mitte, Bauakademie (nicht mehr vorhanden), (erbaut 1831/36) 30, 51, 116, 123, 135, 191, 192, 204, 259, 345, 347, 348,
 Berlin-Mitte, Bodestraße, Neues Museum (1841/55) 30, 76, 82, 102, 116, 226, 274, 322, 346, 350,
 Berlin-Mitte, Chausseestraße 126, Dorotheenstädtischer Friedhof, Natursteinmauer
 Berlin-Mitte, Gendarmenmarkt 3-4, Schauspielhaus (1818/21) 195,
 Berlin-Mitte, Gromannstraße 7, Wohngebäude, Grenzwand
 Berlin-Mitte, Große Hamburger Straße 17, Wohngebäude, Vorderhaus (1762), Seitenflügel Teile (2. Hälfte 19. Jh.) 57,
 Berlin-Mitte, Große Hamburger Straße 19a, Hofgebäude, ehem. Rösterei (ca. 80er Jahre 18. Jh.) 29, 348,
 Berlin-Mitte, Große Hamburger Straße 19a, Vorderhaus, (ca. 1691) 55, 58, 118, 313, 315,
 Berlin-Mitte, Kaiser-Alexander-Grenadier-Regiments Gebäude (Anfang 19 Jh.) nicht mehr vorhanden 36,
 Berlin-Mitte, Klosterstraße, Gewerbeinstitut nicht mehr vorhanden (1827) 195,
 Berlin-Mitte, Liniestraße 144, Wohngebäude (Ende 18. Jh.)
 Berlin-Mitte, Lustgarten, Altes Museum (1823-29) 52, 87, 136, 142, 145, 273, 321, 322, 341,
 Berlin-Mitte, Neue Promenade 5, Wohn- und Geschäftsgebäude, Seitenflügel und Kellergewölbe im Vorderhaus (Dentro im
 Dach 1750) 57, 61, 107, 118, 313,
 Berlin-Mitte, Neue Schönhauser Straße 12, Wohngebäude (ca. 1753) 57,
 Berlin-Mitte, Neue Schönhauser Straße 15, Wohngebäude (ca. 1752-54) 57,
 Berlin-Mitte, Pariser Platz, Brandenburger Tor (1788/91) 226,
 Berlin-Mitte, Schloßplatz, Stadtschloss Berlin, Südwestliche Grundmauer (zweite Hälfte 17. Jh.) 90, 141,
 Berlin-Mitte, Taubenstraße 3, Pfarrhaus (1738-39) 58, 217, 221, 239,
 Berlin-Mitte, Torstraße 85/87, Wohnhäuser der Berliner Gemeinnützigen Baugesellschaft (1849-52) 76,
 Berlin-Mitte, Unter den Linden 13, Bankgebäude, Schalterhalle (1889/91) 82,
 Berlin-Mitte, Unter den Linden 3, (ehem. Kronprinzen-Palais) 210,
 Berlin-Mitte, Unter den Linden 9 (ehem. Palais Kaiser Wilhelm I.) 210,
 Berlin-Mitte, Unter den Linden 2, Zeughaus (1695/1706) 52, 81,
 Berlin-Mitte, Unter den Linden 6, Humboldt-Universität, ehem. Prinz Heinrich Palais (1748-53) 90, 141, 166, 210,
 Berlin-Mitte, Unter den Linden, Neue Wache (1816/17)
 Berlin-Mitte, Joachimstraße 20 (um 1780) 120,
 Berlin-Mitte, Werderstraße, Friedrich-Werderische Kirche (1824/30) 70, 277, 323,
 Berlin-Pankow, Breite Straße 45, Wohngebäude (ca. 1770) 118, 120, 210, 250, 313,
 Berlin-Pfaueninsel, Küchengebäude (1794) 93, 195,
 Berlin-Steglitz, Kalk-Sand-Pise Bauten (Anfang 19 Jh.) nicht mehr vorhanden, möglicherweise Wirtschaftsgebäude auf der
 Domäne in Dahlem 36,
 Berlin-Steglitz, Wrangelstraße, Gutshaus (um 1800) 218,
 Brandenburg an der Havel, Bäckerstraße 8, (zweite Hälfte 18. Jh.)
 Brandenburg an der Havel, Kurstraße 18. 111,
 Brandenburg an der Havel, Neuer Markt, Neues Rathaus 313, 342,
 Cottbus, Neustädtische Straße 1, Wohngebäude (ca. 17. Jh.)
 Chorin, Landkreis Barnim, Amt Britz-Chorin, Kloster 109,
 Dahlewitz, Landkreis Teltow-Fläming, Amt Rangsdorf, Gutshaus (Ende 18. Jh.)
 Diedersdorf, Landkreis Märkisch Oderland, Amt Seelow-Land, Gutshaus (zweite Hälfte 18. Jh.) 336,
 Dreesch, Landkreis Prenzlau Land, Amt Grünow, Speicherbau (um 1800)
 Frankfurt/ Oder, Oberkirche 39,
 Fürstenwalde, Landkreis Oder-Spree, Magazinstraße, Speicherbau (1795) 214,
 Glienecke, Landkreis Oder-Spree, Amt Glienecke / Rietz-Neuendorf, Beeskowerstraße 35, Pfarrhaus (um 1800) 48,
 Groß Kreutz, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Groß Kreutz, Gutshaus und Speicherbau (beide ca. 1765) 57, 189,
 Groß Zienhen, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schönefeld, Dorfstraße Gutsanlage (Mitte 19. Jh) 135, 147,

ORTSVERZEICHNIS

Groß-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Glienecke / Rietz-Neuendorf, Nebenstraße 4, Schloß Groß-Rietz (1693/1700) 48, 57, 249,
Haselberg, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, Hauptstraße 42, ehem. Stallung (vor 1797) 39,
Haselberg, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, Hauptstraße 44, (vor 1797) 49,
Haselberg, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, Hauptstraße 49, (vor 1797) 49, 142,
Haselberg, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, Hauptstraße 51, (vor 1797)
Hohenbruch, Landkreis Oberhavel, Gut Hohenbruch (zerstört) 37,
Horst/ Blumenthal, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Heiligengrabe / Blumenthal, Gutshaus (Mitte 18. Jh.) 109, 119,
Jahnsfelde, Landkreis Märkisch Oderland, Amt Müncheberg, An der F1 4, Chausseehaus (2. Drittel 19. Jh.) (ausgebrannt)
Joachimsthaler Ziegelei 31,
Kleinmachnow, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Gutshaus (um 1800) (zerstört) 129, 230,
Klein Kreuz, Kreis Brandenburg an der Havel, Scheune (um 1820) 189, 190,
Kossenblatt, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Lindenstraße 20, Wohngebäude (Mitte 19. Jh.) 132,
Kossenblatt, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Theodor-Fontane Straße 21, kleineres Wohngebäude (Anfang 19. Jh.) 49, 86, 129, 130,
Kossenblatt, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Wohngebäude des Wirtschaftshofes 139,
Meseberg, Landkreis Oberhavel, Amt Gransee und Gemeinden, Schloss Meseberg 57, 59,
Metzelthin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Wusterhausen, Dorfstraße 33-35b landwirtschaftliche Wohnbauten (Mitte 19. Jh.) 149,
Mögelin, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, ehem. Wirtschaftsgebäude auf dem Gutsgelände (um 1800), umgebaut zu einem Ausstellungsgebäude
Münchehofe, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schenkenländchen, Gutshaus (mittelalterlich., 18. und 19. Jh.) 107,
Neu-Langerwisch, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf, Pfarrhaus (1796/1801) 20, 38, 55,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, August-Bebel-Straße 14-15, (früher Ludwigstraße 14-15) Wohnhaus (1791) 120,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Präsidentenstraße 1, Wohngebäude (nach 1787) 57,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Schinkelstraße 12, Wohngebäude (nach 1787) 55,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, August-Bebel-Straße 22a, Wohngebäude (nach 1787) 55, 57, 59, 336,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, August-Bebel-Straße 34, kleineres Wohnhaus (Ende 18. Jh.) 48, 55,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Karl-Marx-Straße 32, Wohngebäude (nach 1787) 253,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Karl-Marx-Straße 71, Wohnhaus, (Ende 18. Jh.) 48, 57, 120,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Rudolf-Breitscheid-Straße 10 (früher Heinrichstr. 10), Wohnhaus/ Hospital (um 1790) 57, 120, 241,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Siechenstraße, Siechenkapelle Laurentius (15. Jh.) 127,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Rudolf-Breitscheid-Straße 16 (früher Heinrichstr. 16), Wohnhaus (1788) 120,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Rudolf-Breitscheid-Straße 18 (früher Heinrichstr. 18), Wohnhaus (Ende 18. Jh.) 33, 75, 138, 256,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Schifferstraße 2, ehem. Armen und Siechenhaus (um 1790) 32, 113, 120,
Neuruppin, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Schifferstraße 5-5b, ehem. Provinzial-Irrenanstalt (1799) 91, 214,
Oranienburg, Landkreis Oder-Havel, Havelbergstraße 29, ehem. Waisenhaus (1675) 31, 48, 112, 113,
Potsdam Holländisches Viertel 31, 75, 76, 77, 107, 113, 176, 184, 221, 222,
Potsdam, Am alten Markt, Nikolaikirche (1830-37) 116,
Potsdam, Am neuen Markt 11, Wohngebäude (1752) 76, 161,
Potsdam, Am neuen Markt 9, ehem. Kutschstall auf dem Hof (1787/91) 76,
Potsdam, Am neuen Markt 9, ehem. Pferdestall (1787/91) 283, 335,
Potsdam, Bassinplatz, Französische Kirche (1751-53) 121,
Potsdam, Brandenburger Straße 37, Wohngebäude (1776) 107,
Potsdam, Brandenburger Straße 5-6, Wohngebäude (1733/40)
Potsdam, Charlottenstraße 114, Wohngebäude (1777)
Potsdam, Friedrich-Ebert-Straße 17, Stadtschule (1738/39) 189,
Potsdam, Gregor-Mendel-Straße 4, Wohngebäude (1844) 76,
Potsdam, Gutenbergstraße 18, Wohngebäude (1736/37) 113, 114,
Potsdam, Gutenbergstraße 25/ Ecke Jägerstraße, Wohngebäude (1733-1740, 1788) 114, 162,
Potsdam, Gutenbergstraße 95, Wohngebäude (1736/37) 48, 113, 114, 162,
Potsdam, Hermann-Elflein-Straße 10, Wohngebäude (1733/40) 111, 114, 313,
Potsdam, Hermann-Elflein-Straße 31, Wohngebäude (1831) 114,
Potsdam, Kanal 4a, Wohngebäude (ca. 1720), 57,
Potsdam, Leipziger Strasse 7/8, ehem. Proviantamt (1688/ 1843) 137,
Potsdam, Lindenstraße 26, Wohngebäude (ca. 1720) 57, 58,
Potsdam, Lindenstraße 34a, ehem. Grosses Militärwaisenhaus (1722/24, 1739/42, 1771/78) 32,
Potsdam, Lindenstraße 35, ehem. Kaserne (1764) 48,
Potsdam, Lindenstraße 40-41, Wohngebäude (1765) 48, 113, 241,
Potsdam, Lindenstraße 45, Wache (1795/97)
Potsdam, Lindenstraße 54, Wohngebäude (1733/37)
Potsdam, Mittelstraße 42/43, Wohngebäude (1737)
Potsdam-Neuer Garten, ehem. Bibliothek (1792/94) 64, 90, 138, 167,
Potsdam-Neuer Garten, Marmorpalais (1787/91) 64, 135,
Potsdam-Neuer Garten, sog. Holländisches Etablissement (1789/90) 76,
Potsdam, Posthofstraße 17, ehem. Schauspielerkaserne (1796) 241, 252,
Potsdam, Posthofstraße 4, ehem. Wohnhaus (1828), heute Ruine 75,
Potsdam, Schwertfegerstraße 8, Wohnhaus (1765) 113, 224,
Potsdam, Spornstraße 6, Wohngebäude (1773) 76, 113, 212,
Potsdam, Weinbergstraße 16 (früher Augustastraße), Wohnhaus (1856) 82, 83, 350,
Potsdam, Weinbergstraße 9, Wohnhaus (1845) 76,
Potsdam, Yorckstraße 19/20, ehem. Wohnhaus (1776) 212,

Potsdam, Yorckstraße 9 (ca. 1720), 59
 Potsdam-Babelsberg, Schloss Babelsberg (1834/49) 334,
 Potsdam-Neuer Garten, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63) 116, 117, 120, 135, 141, 325,
 Potsdam-Sanssouci, Grosse Bildergalerie (1755/63) 90, 213,
 Potsdam-Sanssouci, Neptungrotte (1751/57) 135,
 Potsdam-Sanssouci, Neues Palais (1763/69) 59, 76, 78, 111, 113, 304, 336,
 Potsdam-Sanssouci, Neues Palais Commus (1766/69) 241, 253, 335, 342,
 Potsdam-Sanssouci, Stützmauer hinter den Neuen Kammern (40er Jahre 19. Jh.)
 Potsdam-Sanssouci, Thetisgrotte (1749) 135,
 Potsdam-Sanssouci, Weinbergterrassen (1744-73) 90,
 Potsdam-Sanssouci, westliches Gärtnerhaus (1751-52) 60, 120, 342, 344,
 Potsdam-Drewitz, Kohlhasenbrücker Straße, Schloß Stern (1730/32) 31, 107, 112, 176,
 Prötzel, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, Kirche (mittelalterlich u. 1697-98)
 Prötzel Sägewerk, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, Wohnhaus (ca. 40er des 19. Jh.) verfallen 133,
 Rathenow, Landkreis Havelland, Ev. Friedhof am Weinberg, Pförtnerhaus (1759) 48,
 Reutnitz-Krollshof, Kreis Oder-Spree, Amt Friedland (Niederlausitz), ehem. Vierfamilienhaus (Anfang 19. Jh.)
 einsturzgefährdet 125, 129, 155, 215, 259,
 Rheinsberg, Landkreis Ostprignitz, Amt Rheinsberg, Schloss (1734-39) 57, 221,
 Ribbeck, Landkreis Havelland, Amt Nauen-Land, Scheune (Mitte 19. Jh.) 146, 148, 149, 152, 222, 229,
 Roskow, Landkreis Brandenburg Beetzsee, Schloss (1723-27) 55, 57, 59, 118, 221, 241, 249, 259, 330,
 Rüdersdorfer Kalksteinbruch 63, 265,
 Schmiedeberg, Landkreis Uckermark, Amt Angermünde-Land, Dorfstraße 31-35, Scheunen- und Stallgebäude (ca. 1830-40)
 188,
 Steinhöfel, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel/ Heinersdorf, Schloss (1790-95) 57, 118, 210, 313,
 Storkow, Landkreis Oder-Spree, Amt Storkow (Mark), Burg Pallas (Mitte 16. Jh.) 118, 162, 188, 313,
 Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf, Dorfstraße 1, Scheune Kalk/Sand-Stampfbau (nach 1848) 146, 148,
 152,
 Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf, Zauchowitzer Straße 50, Scheune Kalk/Sand-Stampfbau (nach
 1848) 146, 152,
 Stücken, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf, Zauchowitzer Straße 44, Kossätengehöft (nach 1848) 132, 149,
 Tauche, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Dorfstraße 37, Scheune (Ende 18. Jh.) 49,
 Tauche, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Beeskower Chaussee 1, Schafstall (ca. 1820) 130, 145, 146, 234,
 Tauche, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Beeskower Straße 1, Stallung (ca. 1820),
 Tauche, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Beeskower Straße 2, kleines Wohnhaus (ca. 1820)
 Tornow, Landkreis Ostprignitz Ruppiner Amt Wusterhausen, Gutshaus (1802-1805) 236, 249, 253,
 Treuenbrietzen, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Großstraße 63, Ackerbürgerhaus (Mitte 18. Jh.) 48, 239,
 Wendisch-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Scharmützelsee, Neue Mühle (1834) 142,
 Wensickendorf, Landkreis Oberhavel, Amt Oranienburg-Land, Hauptstraße 64, Wohnhaus (ca. Anfang 19. Jh.) 127, 130, 148,
 Wriezen, Landkreis Märkisch-Oderland, Magazingebäude (um 1800) 194,
 Zernikow, Landkreis Uckermark, Amt Prenzlau Land, ehem. Gutsanlage Scheune (1. Drittel 19. Jh.) 133,

- Abb.01. Grenzen der Kurmark um 1773 Geographische Karte von 1773 Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz Berlin. Sign. Kart.N 2695. Fotostelle der Staatsbibliothek
- Abb.02. Topographische Landeskarte Brandenburg mit eingetragener Grenze des Untersuchungsgebiets 1: 250 000 (Genehmigung des LVermA, Nummer GB-A48/00 Kartengrundlage/ Datengrundlage: ÜK 200' Brandenburg/ Verwaltungsgrenzen)
- Abb.03. Penther, Erster Theil einer ausführlichen Anleitung zur Bürgerlichen Bau-Kunst enthaltend ein Lexicon Architectonicum... Augspurg 1762. zweite Aufl. Tab. XV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.04. Förster, Mittheilungen über den Zweck, die Einrichtung und die begonnene Wirksamkeit der gemeinnützigen Baugesellschaft zu Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Wien 1849. Blatt 262. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.05. Rathenow, Ev. Friedhof am Weinberg, Pfortnerhaus (1759) eigene Aufnahme
- Abb.06. Angermünde, Klosterstraße 58-62, Fabrikhaus (Tuchmanufaktur) (1767) eigene Aufnahme
- Abb.07. Sturm, Kurze Vorstellung der ganzen Civil-Bau-Kunst, Augspurg 1745, Tafel 0. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.08. Suckov, Erste Gründe der bürgerlichen Baukunst. Jena 1751, Tab. XXI. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.09. Suckow, Erste Gründe der bürgerlichen Baukunst. Jena 1798. 4. Aufl., Tab. XXIV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.10. Synopsis Architecturae Civilis Eclecticae, ... Nürnberg 1732, Tafel I. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.11. Schinkel, (Hrsg.) Sammlung architectonischer Entwürfe von Schinkel... Sechstes Heft. Berlin 1825. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.12. Beschreibung und Abbildung eines Wohnhauses, für Königl. Domainenbeamte in Neustpreussen. In: *Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend*. ... 2. Theil. Berlin 1800. Blatt III. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.13. Riedel, Erklärung über den Zweck, die Constructur und der innern Einrichtung derer auf diesen acht Kupfertafeln Berlin 1803. Tafel V. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.14. Riedel, Erklärung über den Zweck, die Constructur und der innern Einrichtung derer auf diesen acht Kupfertafeln Berlin 1803. Tafel VII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.15. Berson, Instruktion für Bau- und Werkmeister, Berlin 1804. Blatt 5. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.16. Manger, Blätter für die Gewerbliche Berlin 1860. Atlas. Heft VI. Blatt 1. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.17. Staatsarchiv Potsdam Pr.Br.Rep. 7. Amt Potsdam Nr. 1468. Pfarrhaus in Langerwisch. 1. (Grundriss und Ansicht der Zeichnung für das Pfarrhaus Langerwisch) Brandenburgische Fotostelle des Brandenburgischen Staatsarchiv Potsdam.
- Abb.18. gewölbte Kellersohle, eigene Skizze
- Abb.19. Rauch, Einige Notizen über die Fabrication der Ziegel zu den Bauten an verschiedenen Königl. Preuss. Festungen. In: *Journal für die Baukunst*. Bd. 2. Heft 2., Berlin 1830. Tafel VII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.20. Packh., Neue Bauart mit Hohlen Quader-Ziegeln, Pesth 1831. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.21. Heyder, Über Hohlziegel Mauerwerk. In: *Zeitschrift für praktische Baukunst*. Leipzig 1852. Tafel 1. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.22. Förster, Boden- und Deckenkonstruktionen mit hohlen Ziegeln. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Wien 1837. Tafel CLXIII². Fotostelle der TU Berlin
- Abb.23. Sirodot, Ueber die Gegenstände des Baufaches, die sich auf der Industrieausstellung zu Paris befanden (1849), als hohle Mauern von Gyps und Gypsschutt, Hohlziegel, Essenziegel, Gypsdecken, hydraulischen Kalk und Cemente u.s.w. Auszüge aus dem 8. Bd. Revue générale de l'Architecture et des travaux publics. In: *Zeitschrift für praktische Baukunst*. Leipzig 1852. Tafel 6. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.24. Potsdam, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63), eigene Aufnahme
- Abb.25. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst, Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Fig.1-10. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.26. Berlin-Mitte, Grohmannstraße 7,eigene Aufnahme
- Abb.27. Prötzel, Kirche (mittelalterlich u. 1697-98), Landkreis Märkisch Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, eigene Aufnahme
- Abb.28. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst, Berlin 1797. Bd. 1. Tafel. Fig. 94-100. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.29. Angermann, Allgemeine practische Civil-Bau-Kunst, Halle 1766. Tafel. X. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.30. Potsdam-Drewitz, Schloss Stern (1730/32) Kohlhasenbrücker Straße, eigene Aufnahme
- Abb.31. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst, Berlin 1797. Bd. 1. Tafel. Fig.118-122. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.32. Blumenthal, Burg Horst, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Heiligengrabe-Blumenthal, Mauerquerschnitt, eigene Aufnahme
- Abb.33. Boeckler, Die Baumeisterin Pallas/ oder der in Deutschland entstandene Palladius, posthum Nürnberg 1698, Faksimile, Nördlingen 1991. Folio 25. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.34. Helfenzrieder, Beyträge zur bürgerlichen Baukunst Augsburg 1787. Tafel I. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.35. Brandenburg, Kurstraße 18, eigene Aufnahme
- Abb.36. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 112-117. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.37. Potsdam, Gutenbergstraße 95 (1736/37), eigene Aufnahme
- Abb.38. Rathenow, Eingangsgebäude ev. Friedhof (1759), eigene Aufnahme
- Abb.39. Berlin, Neues Museum (1841-55) Bodestraße, eigene Aufnahme
- Abb.40. Angermann, Allgemeine practische Civil-Bau-Kunst, Halle 1766. Tafel. XVIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.41. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. I. Theil Konstruktionen in Stein. Stuttgart 1868. Figur 252. Fotostelle der TU Berlin

- Abb.42. Sax, Bau-Technologie und Bau-Oekonomie. Bd. 2. Die Maurer Kunst. Wien 1807. Tafel II. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.43. Lassaulx, Beschreibung des Verfahrens bei Anfertigung leichter Gewölbe über Kirchen oder ähnlichen Räumen. In: *Journal für die Baukunst*. Bd. 1. Heft 4. Berlin 1829. Tafel XVIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.44. Schübler, Synopsis Architecturae Civilis Eclecticae, oder Kurzer Entwurf von denen nöthigen Partial-Begriffen, Nürnberg 1732. Tafel X. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.45. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. I. Theil Konstruktionen in Stein. Stuttgart 1868, Tafel 49. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.46. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. I. Theil Konstruktionen in Stein. Stuttgart 1868, Fig. 204. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.47. Potsdam, Gutenbergstraße 25/ Ecke Jägerstraße (1733-1740,1788), eigene Aufnahme
- Abb.48. Potsdam, Spornstraße 6 (1773), eigene Aufnahme
- Abb.49. Kossenblatt, Lindenstraße 20 Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, (1. Hälfte 19. Jh.) eigene Aufnahme
- Abb.50. Stücken, Zauchowitzer Straße 44, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Michendorf (nach 1848), eigene Aufnahme
- Abb.51. Zernikow, Uckermark, Prenzlau-Land, Scheune der Gutsanlage (1.Drittel 19. Jh.) Ansicht außen, eigene Aufnahme
- Abb.52. Zernikow, Uckermark, Prenzlau-Land, Scheune der Gutsanlage (1.Drittel 19. Jh.) Ansicht innen, eigene Aufnahme
- Abb.53. Eytelwein, Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, welche eine Anleitung zur Entwerfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue. Drittes Heft. Von den Bollwerken und Futtermauern. Berlin (1805) 1820. Tafel XXXIV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.54. Potsdam, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63), Nordseite, eigene Aufnahme
- Abb.55. Groß-Ziethen, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schönefeld, Gutsanlage Groß-Ziethen, Scheune, (1. Hälfte 19. Jh.) eigene Aufnahme
- Abb.56. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. I. Theil Konstruktionen in Stein. Stuttgart 1868, 12. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.57. Potsdam, Leipziger Strasse 7/8, ehem. Proviantamt (1688 und 1843), eigene Aufnahme
- Abb.58. Berlin-Kreuzberg, Dreifaltigkeitsfriedhof, Gedenkstätte der Christiane Charlotte Sophie von der Osten Sacken (um 1811, eigene Aufnahme
- Abb.59. Quaderstein mit Grat Figur A und mit Steg Figur B. eigene Skizze
- Abb.60. Behlendorf, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel Heinersdorf, Scheune, Vorwerk (um 1800), eigene Aufnahme
- Abb.61. Berliner Stadtschlösses südwestlicher Flügel, Grundmauer, (zweite Hälfte 17. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.62. Potsdam, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63), eigene Aufnahme
- Abb.63. Stücken, Dorfstraße 1, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Michendorf, Scheune, Sockelmauerwerk (nach 1848) eigene Aufnahme
- Abb.64. Behlendorf, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel Heinersdorf, Wohnhaus, Vorwerk (um 1800), eigene Aufnahme
- Abb.65. Haselberg, Hauptstraße 49, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Barnim-Oderbruch, ehem. Scheune, (vor 1797), eigene Aufnahme
- Abb.66. Wendisch-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Scharmützelsee, neue Mühle (1834), eigene Aufnahme
- Abb.67. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 11-29. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.68. Stücken, Dorfstraße 1, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Michendorf, Innenraum, Scheune (nach 1848), eigene Aufnahme
- Abb.69. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1811. Bd. 3. Tafel Figur 17-26. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.70. Stücken, Dorfstraße 1, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Michendorf, Scheune, doppelte Holzzarge (nach 1848), eigene Aufnahme
- Abb.71. Ribbeck, Landkreis Havelland, Nauen-Land, geschalter Kalk-Sand-Stampfbau, Scheunentor (Mitte 19. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.72. Lecoite, Bemerkungen über einige mechanische Verfahrensarten zur Bereitung des Mörtels und Betons; Mittheilung von A. Lecoite. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Wien 1843. Tafel DLXXI. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.73. Lange, Zufällige Gedanken über die nothwendige und bequeme Wirthschaftliche Bauart auf dem Lande, aus Erfahrung, Bemerkungen und Beurtheilungen mitgeteilt von J. G. L.. Breslau 1779. Tafel. IV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.74. Hundt, Beschreibung einer höchst einfachen Methode wie Landgebäude mit Ersparung alles Sohl- Stender- und Riegel-Holzes wohlfeil und dauerhaft erbauet werden können. Liegnitz 1811. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.75. Potsdam, Am neuen Markt 11, Wohngebäude, Sockelverkleidung, (ca. 1752), eigene Aufnahme
- Abb.76. Huth, Kurzer und deutlicher Unterricht zu Zeichnung und Anlegung der Wohn- und Landwirthschaftsgebäude. Halle 1787. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.77. Sturm, Vollständige Anweisung/ Grosser Herren Pallaeste starck/ bequem/ nach den Reguln der antiken Architectur untadelich/ und nach dem heutigen Gusto schönen und praechtig anzugeben.... Augspurg 1718. Tab. 1. Fotostelle der TU Berlin

- Abb.78. Triest, Grundsätze zur Anfertigung richtiger Anschläge welche die Land-Baukunst in sich begreift; Berlin 1809. Tafel XVI. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.79. Patte, Mémoires sur les objets les plus importants de l'architecture. Paris M.DCC.LXIX. (1769). Platte. XV. Pag. 292. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.80. Romberg, J. A., Mauerwerk, Versuche über die durch andere als die gewöhnlichen Materialien vermehrte Festigkeit desselben. In: *Zeitschrift für Praktische Baukunst*. Leipzig 1838. Tafel CCI. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.81. ARCHITECTURA HYDRAULICA. oder: Die Kunst, Das Gewässer des Meeres und der Flüße zum Vortheil der Vertheidigung der Festungen, des Handels und des Ackerbaues anzuwenden. Von Herrn Belidor. Zweyter Theil. Deutsche Übersetzung. Erste und zweyte Ausgabe (Kapitel) der Version. Augspurg 1766. Tafel XXVII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.82. Penther, Erster Theil einer ausführlichen Anleitung zur Bürgerlichen Bau-Kunst enthaltend ein Lexicon Architectonicum... Augspurg 1762. zweite Aufl. Tafel. XX. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.83. Belidor, LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAUVAUX DE FORTIFICATION ET D'ARCHITECTURE CIVILE. Paris M.D.CC.XXII. (1722). Buch 1. Plan 1. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.84. Belidor, LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAUVAUX DE FORTIFICATION ET D'ARCHITECTURE CIVILE. Paris M.D.CC.XXII. (1722). Buch 1. Plan 2. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.85. Potsdam-Drewitz, Schloss Stern, Giebelwand (1730/32), eigene Aufnahme
- Abb.86. Suckow, Erste Gründe der Bürgerlichen Baukunst in einem Zusammenhange entworfen ... 3. Auflage Jena 1781. 55. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.87. eigene Skizze
- Abb.88. Wittig, Über schwache Stellen in Gebäuden. In: *Journal für die Baukunst*. Berlin 1830. Tafel VIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.89. eigene Skizze
- Abb.90. Goldmann, Nicolai, Civil-Bau-Kunst, Augspurg 1721, Tafel XI. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.91. eigene Skizze
- Abb.92. Oranienburg, Landkreis Oberhavel, ehem. Waisenhaus, (1675) eigene Aufnahme
- Abb.93. Krünitz, Oekonomisch-technologische Encyklopädie 70 Theil. Berlin 1796. Tafel 4. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.94. eigene Skizze
- Abb.95. Wriezen, Landkreis Märkisch Oderland, Magazingebäude, Ansicht (Ende 18. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.96. Schmiedeberg, Landkreis Uckermark, Amt Angermünde-Land, Gutsscheune (1.H. 19. Jh.). eigene Aufnahme
- Abb.97. Neuruppin, Landkreis Ostprignitz Ruppín, Teilstück der Stadtmauer, eigene Aufnahme
- Abb.98. Groß Kreutz, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Amt Groß Kreutz, Speicher, Innenseite der Außenwand (um 1765), eigene Aufnahme
- Abb.99. Klein Kreutz, Brandenburg, ehm. Gutsscheune, Außenansicht (um 1820), eigene Aufnahme
- Abb.100. Klein Kreutz, Brandenburg, ehm. Gutsscheune, Innenansicht (um 1820), eigene Aufnahme
- Abb.101. Hampel, Beschreibung eines in den Jahren 1829 und 1830 zu Berlin für ein Grenadier-Regiment neu erbautes Exercier-Hauses. In: *Journal für die Baukunst*. Berlin 1834. Tafel VII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.102. Bandhauer, Bericht über die landwirthschaftlichen Quadrathohlbauten im Herzogthum Anhalt-Köthen ... In: *Allgemeine Bauzeitung* Wien 1836. Tafel XIX. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.103. Leonhard Christoph Sturms Vollständige Anweisung Regierungs-Land- und Rath-Häuser/ Wie auch Kauff-Haeuser und Boersen starck/ bequem und zierlich anzugeben/... Augspurg 1718. Tafel 7. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.104. Flaminus, Ueber den Bau des Hauses für die allgemeine Bauschule in Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung*... Wien 1836. Tafel I. Ansicht Fotostelle der TU Berlin
- Abb.105. Flaminus, Ueber den Bau des Hauses für die allgemeine Bauschule in Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung*... Wien 1836. Tafel II. Grundriss. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.106. Flaminus, Ueber den Bau des Hauses für die allgemeine Bauschule in Berlin. In: *Allgemeine Bauzeitung*... Wien 1836. Tafel IV. Schnitt. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.107. Crelle, Zur Vervollkomnung der Wohngebäude in den Städten. In: *Journal für die Baukunst*. Berlin 1835. Tafel III. Ansicht. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.108. Crelle, Zur Vervollkomnung der Wohngebäude in den Städten. In: *Journal für die Baukunst*. Berlin 1835. Tafel I. Grundriss. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.109. Crelle, Zur Vervollkomnung der Wohngebäude in den Städten. In: *Journal für die Baukunst*. Berlin 1835. Tafel V. Schnitt. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.110. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. I. Theil Konstruktionen in Stein. Stuttgart 1868. Figur 84. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.111. Wriezen, Landkreis Märkisch Oderland, Magazingebäude, äußere Mauervorlage (Ende 18. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.112. Helfenzrieder, Beyträge zur bürgerlichen Baukunst;...Augsburg 1787. Tafel IV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.113. Berlin, Pfaueninsel, Küchengebäude (1794), eigene Aufnahme
- Abb.114. Angermann, Allgemeine practische Civil-Bau-Kunst, Halle 1766. Tafel XIV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.115. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 69 bis 74. Fotostelle der TU Berlin

- Abb.116. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 79 bis 83. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.117. Angermann, Allgemeine practische Civil-Bau-Kunst, Halle 1766. Tafel XVII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.118. Steinhöfel, Landkreis Oder-Spree, Amt Steinhöfel-Heinersdorf, Schloss, Sockel des Seitenflügels, eigene Aufnahme
- Abb.119. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 75 bis 78. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.120. Potsdam, Spornstraße 6, Sockel (1773), eigene Aufnahme
- Abb.121. Berlin-Mitte, Auguststraße 69, Sockel (vor 1792), eigene Aufnahme
- Abb.122. Berlin-Mitte, Neues Museum (1841/55), eigene Aufnahme
- Abb.123. Hampel, Beschreibung des in den Jahren 1830 und 1831 für die Cadetten-Anstalt zu Potsdam erbauten Lazareth-Gebäudes. In: *Journal für die Baukunst*. Berlin 1834. Tafel VIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.124. Potsdam-Sanssouci, Grosse Bildergalerie, Sockel (1755/63), eigene Aufnahme
- Abb.125. Bad Freienwalde, Landkreis Märkisch-Oderland, Frei und Logierhaus, Sockel (1788/91), eigene Aufnahme
- Abb.126. Angermünde, Markt 18, Landkreis Uckermark, Gerichtsgebäude, Sockel (um 1850), eigene Aufnahme
- Abb.127. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 129 bis 137. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.128. Rheinsberg, Landkreis Ostprignitz, Amt Rheinsberg, Schloss, Holzzarge (1734-39), eigene Aufnahme
- Abb.129. Tauche, Beeskower Chaussee 1, Landkreis Oder-Spree, Amt Tauche, Schafstall, Holzzarge (ca. 1820), eigene Aufnahme
- Abb.130. Berlin-Mitte, Auguststraße 69, rechter Seitenflügel, Sockel (ca. 30er Jahre 19. Jh.), in eigene Aufnahme
- Abb.131. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 123 bis 128. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.132. Beerbaum, Landkreis Märkisch-Oderland, Amt Falkenberg-Höhe, Gutshaus, Ziegelsturz (1818), eigene Aufnahme
- Abb.133. Berlin-Mitte, Altes Museum, aufgesattelter Treppenhof (1823/29), eigene Aufnahme
- Abb.134. Voit, Einige Bemerkungen über Thor- und Thürstürze und Dachverbände. In: *Journal für die Baukunst*. Berlin 1831. Tafel XII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.135. Groß Ziethen, Dorfstraße, Landkreis Dahme-Spreewald, Amt Schönefeld, Gutshaus (Mitte 19. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.136. Berlin-Mitte, Neue Promenade 5, Seitenflügel (EG/ OG), Reste Deckenbalken, Balkenaufleger, (Dentro Dach 1750), eigene Aufnahme
- Abb.137. Rheinsberg, Landkreis Ostprignitz, Amt Rheinsberg, Schloss, Balkenaufleger eines Deckenbalkens (EG/ OG) (1734-39), eigene Aufnahme
- Abb.138. eigene Skizze
- Abb.139. Dreesch, Landkreis Prenzlau Land, Amt Grünow, Speicherbau, Giebelansicht außen (um 1800), eigene Aufnahme
- Abb.140. Dreesch, Landkreis Prenzlau Land, Amt Grünow, Speicherbau, Giebelansicht innen (um 1800), eigene Aufnahme
- Abb.141. Angermann, Allgemeine practische Civil-Bau-Kunst, Halle 1766. Tafel IX. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.142. Potsdam, Gutenbergstraße 25/ Ecke Jägerstraße, Sandsteingesims (1733-1740, 1788), eigene Aufnahme
- Abb.143. Brandenburg, Bäckerstraße 8, Ziegelgesims, (zweite Hälfte 18. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.144. Dahlewitz, Landkreis Teltow-Fläming, Amt Rangsdorf, Gutshaus, Ziegel- und Holzgesims (Ende 18. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.145. Potsdam, Brandenburger Straße 5-6, Ziegelgesims mit Flachanker (1733-1740), eigene Aufnahme
- Abb.146. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 151 bis 159. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.147. Neuruppin, August-Bebelstraße 22a, Drempe mit eingemauerten Sparren (Ende 18. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.148. Penzler, Zweyter Theil der Ausführlichen Anleitung zur Bürgerlichen Baukunst/ worin durch zwanzig Beyspiele gewiesen, wie die Erfindungen von allerhand Wohn-Gebäuden aus Stein und Holz Augspurg 1745. Tab. XLVIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.149. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen. III. Theil vierte umgearbeitete Auflg. Konstruktionen in Metall, Eisenkonstruktionen Stuttgart 1877. Tafel. 91. Gesims, Flacheisengerüst mit Blechverkleidung, Gebäude der Berliner Technische Hochschule in den 30er Jahren des 19. Jh. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.150. Potsdam, Charlottenstraße 93, Attika (1777), in eigene Aufnahme
- Abb.151. Gilly, D., Handbuch der Landbaukunst, Berlin 1797 Bd. 1. Tafel Fig. 138 bis 150. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.152. Groß-Rietz, Landkreis Oder-Spree, Amt Glienicke/ Rietz-Neuendorf, Schloss, Fassadenansicht (1693/1700), eigene Aufnahme
- Abb.153. Blumenthal, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Amt Heiligengrabe-Blumenthal, Gutshaus Horst, verzogener Schornstein im Dach (1752), eigene Aufnahme
- Abb.154. Suckow, Erste Gründe der Bürgerlichen Jena 1781., Tafel III. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.155. Gilly, D. Handbuch der Landbaukunst, Berlin 1805 Bd. 1. Tafel Fig. 221-251. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.156. eigene Skizze

- Abb.157. Tornow, Landkreis Ostprignitz Ruppin, Amt Wusterhausen, Gutshaus, zusammengeführte Schornsteine im Dachgeschoss (1803), eigene Aufnahme
- Abb.158. Tornow, Landkreis Ostprignitz Ruppin, Amt Wusterhausen. Gutshaus, verstärktes Kellergewölbe unterhalb einer Feuerstelle (1803), eigene Aufnahme
- Abb.159. Crelle, Feuerfeste Treppen. In: *Journal für die Baukunst*. Bd. 1. Heft 3., Berlin 1829. Tafel XIV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.160. Sturm Architectura Civili-Militaris oder Vollständige Anweisung Stadthore Brücken etc. ... 1719. Tafel IV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.161. Belidor, LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAUVAUX DE FORTIFICATION ET D'ARCHITECTURE CIVILE. Paris M.D.CC.XXII. (1722). Buch 3. Plan 8. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.162. eigene Skizze
- Abb.163. Belidor, LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAUVAUX DE FORTIFICATION ET D'ARCHITECTURE CIVILE. Paris M.D.CC.XXII. (1722). Buch 1. Plan 3. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.164. Eytelwein, Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, welche eine Anleitung zur Entwerfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue. Drittes Heft. Von den Bollwerken und Futtermauern. Berlin (1805) 1820. Tafel XXXI. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.165. eigene Skizze
- Abb.166. Potsdam-Neuer Garten, Belvedere auf dem Pfingstberg, Kragsschichten unterhalb des Pendentif eines Pendentifgewölbes (1847/63), eigene Aufnahme
- Abb.167. Schulz, Versuch einiger Beiträge zur hydraulischen Architektur. Königsberg 1808. Tafel XXIV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.168. Potsdam, Am neuen Markt 9, Pferdestall (1787/91), eigene Aufnahme
- Abb.169. Leybald, Systematische Zusammenstellung der Gewölbeformen. In: Zeitschrift für praktische Baukunst. Leipzig 1858. Tafel 2. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.170. Leybald, Systematische Zusammenstellung der Gewölbeformen. In: Zeitschrift für praktische Baukunst. Leipzig 1858. Tafel 3. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.171. Suckow Erste Gründe der Bürgerlichen Baukunst in einem Zusammenhange... 3. Auflage Jena 1781. 59. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.172. Belidor, Ingenieur-Wissenschaft. bei aufzuführenden Vestungs-Werken und bürgerlichen Gebäuden. Mit einer Zuschrift an den König von Frankreich. aus dem Französischen übersetzt. Nürnberg 1757. Teil. II. Tafel 4. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.173. Suckow Erste Gründe der Bürgerlichen Baukunst in einem Zusammenhange... 3. Auflage Jena 1781. 61. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.174. Rondelet, Traité de l'art de batir. Tafelband. Paris 1812. Plan CXLVIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.175. Sturm, Kurze Vorstellung der ganzen Civil-Bau-Kunst, Augspurg 1745. Tafel III. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.176. Stieglitz, Encyklopädie der bürgerlichen Baukunst, Zweyter Theil. E-J. Leipzig 1794. Tafel IX. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.177. Sturm, Architectura Civili-Militaris. oder Vollständige Anweisung/ Stadt-Thore/ Brucken/ Zeug-Häuser/ Casematten/... Augspurg Anno M DCC XIX (1719), 34, Fotostelle der TU Berlin
- Abb.178. Schmauß v., Die Kriegspulvermagazine der Festung Germersheim. In: *Allgemeine Bauzeitung* 14. Jg. Wien 1849. Blatt 256. Pulvermagazin, Fotostelle der TU Berlin
- Abb.179. Patte, Mémoires sur les objets les plus importants de l'architecture. Paris M.DCC.LXIX. (1769). Plan II. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.180. Krünitz, Oekonomisch-technologische Encyklopädie 70 Theil, von Lehm bis Leib-Regiment. Berlin 1796. Tafel 6. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.181. Steiner, Entwurf einer neuen durchaus feuerfesten Bauart mit gewölbten Decken und Dachungen zur Sicherheit und Wohlfahrt der menschlichen Wohnungen und anderer Gebäude. Theil 1. Weimar 1803. Tafel III. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.182. Engel, Einiges über den Bau feuerfester Treppen. In: *Journal für die Baukunst*. Bd. 7. Heft 1., Berlin 1834. Tafel I. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.183. Meinert, Die landwirthschaftliche Bauwissenschaft,... Halle 1797. Bd. 2., Tafel II. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.184. Romberg, Die Mauerwerks-Kunst in allen ihren Theilen. Wien 1838. Tafel XXI. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.185. Berlin-Mitte, Neue Promenade 5, Seitenflügel, Kellergewölbe, gedrücktes Tonnengewölbe Läuferverband als Wölbung auf den Kuf mit Gurten, außen, (Dentro Dach 1750), eigene Aufnahme
- Abb.186. Berlin-Mitte, Neue Promenade 5, Seitenflügel, Kellergewölbe, gedrücktes Tonnengewölbe Läuferverband als Wölbung auf den Kuf mit Gurten, innen, (Dentro Dach 1750), eigene Aufnahme
- Abb.187. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 86 und 87. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.188. Schinkel, Hrsg. Sammlung architectonischer Entwürfe von Schinkel enthaltend theils Werke welche ausgeführt sind, theils Gegenstände deren Ausführung beabsichtigt wurde, bearbeitet und herausgegeben von Schinkel. Sechstes Heft. Berlin 1825. Tafel XV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.189. Technische Deputation, Grundlage der praktischen Baukunst. Erster Theil Maurerkunst in 22 Musterblättern. Entwürfe zu Wohngebäuden Nach der Originalausgabe. der königl. technischen Deputation für Gewerbe mit deren Bewilligung herausgegeben. zweite Auflage. Berlin 1835 (erste Auflage 1830.) Tafel XVI. Fotostelle der TU Berlin

ABBILDUNGSNACHWEIS

- Abb.190. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. ... I. Theil Konstruktionen in Stein. Stuttgart 1868. Tafel 34. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.191. Pendentifgewölbe mit Spiralwölbung, Belvedere auf dem Pfingstberg (1847/63) in Potsdam-Neuer Garten, eigene Aufnahme
- Abb.192. Gernrath, J. K., Abhandlung der Bauwissenschaften oder Theoretisch-praktischer Unterricht in der gemeinen bürgerlichen Baukunst, in dem Straßenbau, und in der Hydrotechnik oder Wasserbaukunst, für angehende Ingenieure, Hydrotekten, Bauleute, Brunnenmeister und Müller, dann zum Gebrauch der Wirthschaftsämter. Brünn 1825. Tafel 11. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.193. Breymann, Allgemeine Bau-Constructions-Lehre. ... I. Theil Konstruktionen in Stein. Stuttgart 1868. Tafel 39. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.194. Penther, Erster Theil einer ausführlichen Anleitung zur Bürgerlichen Bau-Kunst ... Augspurg 1762. zweite Aufl. Tab. XXV. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.195. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 90 bis 93. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.196. Roskow, Landkreis Brandenburg Beetzsee, Schloss, Keller, Kreuzgewölbe, Gewölbegrat (1723-27), eigene Aufnahme
- Abb.197. Neuruppin, August-Bebelstraße 22a, Keller, Kreuzgewölbe (Wölbung auf den Schwalbenschwanz) unterteilt durch Gurte (Ende 18. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.198. Angermünde, Markt 18, Landkreis Uckermark, Gerichtsgebäude, Kreuzgewölbe (Wölbung auf den Schwalbenschwanz, Ziegel geschliffen), mit Schildbogen (Kragsschichten und Wechsel der Ziegelqualität für die Bögen (um 1850), eigene Aufnahme
- Abb.199. Lassaulx, Ueber Gewölbeformen. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Wien 1846. Tafel 27. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.200. Ringhoffer, Lehre vom Hochbau. Brünn 1862. Tafel VIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.201. Diedersdorf, Landkreis Märkisch Oderland, Amt Seelow-Land, Gutshaus, Keller, Kreuzgewölbe (zweite Hälfte 18. Jh.), eigene Aufnahme
- Abb.202. Rondelet, Traité de l'art de bâtir. Tafelband. Paris 1812. Plan LXXII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.203. Espie d', Abhandlung von unverbrennlichen Gebäuden und der Art und Weise, wie solche mittelst platter Gewölbe und Dächer aus Ziegelsteinen und Gips, ohne Zimmerarbeit, zu bauen sind. Frankfurt und Leipzig 1760. Tafel II. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.204. Romberg, Die Mauerwerks-Kunst in allen ihren Theilen. Wien 1838. Tafel LIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.205. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1797. Bd. 1. Tafel Figur 88 und 89. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.206. Potsdam, Am neuen Markt 9, Pferdestall, Flachgewölbe (1787/91), eigene Aufnahme
- Abb.207. Crelle, Anwendung des Eisens zur Beförderung der Feuerfestigkeit der Gebäude. Auszug aus dem Belgischen Industriel im Journal du génie civil. Bd. 6. Januar-Heft 1830. In: *Journal für die Baukunst*. Bd. 4. Heft 3., Berlin 1831. Tafel XIII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.208. Gilly, D., Handbuch der Land-Bau-Kunst. Berlin 1798. Bd. 2., Tafel Figur 33 und 57. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.209. Förster, Boden- und Deckenkonstruktionen mit hohlen Ziegeln. In: *Allgemeine Bauzeitung*. Wien 1837. Tafel CLXII. Fotostelle der TU Berlin
- Abb.210. Berlin-Mitte, Bodestraße, Museumsinsel Kolonnaden, Stein-Eisen-Decke, eigene Aufnahme

BLHA:	Brandenburgisches Landeshauptarchiv Potsdam
GStA PK:	Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin-Dahlem
SBB PK:	Staatsbibliothek zu Berlin Preußischer Kulturbesitz
SPSG:	Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg, Potsdam
vgl.	vergleiche
Jh.	Jahrhundert
cm	Zentimeter

Abdachung 164, 263, siehe Mauerquerschnitt
 abgeschnittene Kuppel 324, siehe Pendentifgewölbe/ Hängekuppel
 Ablastebogen 222, siehe Entlastungsbogen
 Absatz 209, 210, 213, 214, 215, 228, 316, 340 siehe Sockel
 abschüssige Bogen 308, 312, siehe nicht symmetrische Bogen
 Abtheilungsmauer 159, 170, siehe Innenwand
 After-Ellipse 309, siehe gedrückter Bogen
 ägyptische Ziegel 84, siehe Lehmstein
 altdeutsche Kappen 334, siehe Sterngewölbe
 altdeutsches Gewölbe 280, siehe Spitzbogen u. Kreuzgewölbe
 altes Kreuzgewölbe 334 siehe Sterngewölbe
 amerikanischer Verband 111,
 Anfangsstein 123,
 Anker 134, 135, 136, 137, 141, 146, 162, 167, 168, 170, 171, 172, 176, 177, 184, 188, 190, 191, 192, 193, 219, 222, 225,
 226, 228, 231, 233, 234, 236, 253, 256, 261, 274, 297, 303, 304, 305, 312, 323, 325, 330, 331, 334, 339,
 341, 342, 343, 346, 349,
 Anlage 164, siehe Mauerquerschnitt
 Anläufe 122, 123, 325, 334,
 arabischer Bogen 280, siehe Spitzbogen
 arc sur chaussé 309, siehe gedrückter Bogen
 ausgemauerte Kasten 206, siehe Senkkasten
 Ausladung 164, 206, siehe Mauerquerschnitt
 äußere Sicherheit 163, siehe Standsicherheit
 babylonisches oder pavillonisches Gewölbe 341, siehe gewölbte Decken
 Backenstein 68,
 Backstein 68
 Ballen 154, siehe Zopf
 Bänder 172, siehe Anker
 Bank 208, 263, siehe Unterbau
 Banquet 204, 208, 263 siehe Unterbau
 Barnstein 68,
 barocker Verband 112
 Basament 209, siehe Sockel
 Bergmauer 260, siehe Stützmauer
 Berliner Steinmasse 112
 Beschlächte 260, siehe Stützmauer
 besonderer Kreutzverband 108, siehe Strömschichten
 Beton 151, 205, 206, siehe gestampfte u. gegossene Wand- und Gewölbesysteme
 Binder 83, 106, 107, 109, 110, 112, 113, 133, 134, 135, 136, 137, 140, 162, 168, 214, 326,
 Binderschicht 107, 108, 111, 112, 113, 115, 123, 130, 131, 133, 137, 169, 214, 316,
 Binderverband, 105, 109, 118, 120, 131, 213, 314, 337,
 bleirechte Gewölbe 311, siehe scheidrechter Bogen
 Blindtüren 238,
 Blockverband 112, 113, 114, 115, 123, 133, 213, 261, 314, 315,
 Blockverband 112, 113, 114, 123, 133, 213, 261, 314, 315,
 Bogen einer Sehne 311, siehe Segmentbogen
 Bogen nach dem Zirkelstück 280, 300, 311, 313, 344, 350, siehe Segmentbogen
 böhmische Bogenschließung 119, 327, siehe Wölbung auf den Schwalbenschwanz
 böhmische Gewölbe 328, siehe böhmische Kappe
 böhmische Kappe 326, 328,
 böhmisches Platzel 328, siehe böhmische Kappe
 Böschung 107, 142, 261, 263, 264, siehe Mauerquerschnitt
 Brandgiebel 28, 29, siehe Brandschutz
 Brandmauer oder Feuermauer 27, 28, 29, 60, 85, 97, 248, 254, siehe Brandschutz
 Brandstein 68

INDEX

Brech- und Bruchfugen 275, siehe Bruchstellen
Breitziegel 106, 143, siehe Läufer
Bren(n)stein 68,
Bruchstellen 273, 275, 276,
Brustlehne 227, siehe Brüstung
Brustmauer 227 siehe Brüstung
Bruststein 227, siehe Brüstung
Brüstung 227,
Bühne 209, 267, siehe Sockel
Bünde 185, siehe Raumbegrenzung
Busen 257, siehe Feuerstellen
Cement 92, 95, 99, 102, 129, 139, 150, 352,
Chamotté Steine 69,
Cirkelbogen 280, 313, 343, siehe Bogen- und Gewölbeformen, Tonnengewölbe
Cirkelstück 280, 313, siehe Bogen- und Gewölbeformen, Tonnengewölbe
Clezoor 106, siehe Läufer
Clisoorverband 106, 109,
Contre Forts 261, 274, 340, siehe Aussteifungen, Stützmauern, gewölbte Decken, Widerlager
Corridormauer /- wand 241, siehe Mittelwand
diagonale Wölbung auf den Stich 119, siehe Wölbung auf den Schwalbenschwanz
Directionslinie 175, 262, 272, 294,
Dom 320, siehe Kuppeln
Dominikalgewölbe 121,
doppelte Gewölbe 319, 339, siehe Kuppeln
doppelte Holzzargen 65, siehe Maueröffnungen
doppelte Mauer 110, 134, 136, 162, siehe Schalenmauerwerk
doppelte Ringschichten 340,
doppelter Verband 110,
Dornschen Lehmschindeln 236,
Dos d' Ane 280, siehe Spitzbogen
Dossierung 164, siehe Mauerquerschnitt
Drempel 235, 236, 303,
Einheizkaminen 28, 258, siehe Brand- und Vorgelegemauern
einhüftige Bogen 312, 318, siehe nicht symmetrische Bogen
Einschließung 185, siehe Raumbegrenzung
Eisenstein 65, 72,
Ellipse 58, 269, 280, 281, 284, 300, 309, 310, 311, 338, siehe gedrückter Bogen
Embrasure 185, siehe Maueröffnungen
Emplecton 140, 162, siehe Schalenmauerwerk
englische Stützmauer 264,
englische Wölbung 115,
englischer Verband 111,
englischer Wasser-Cement 99,
Entlastungsbogen 149, 222, 223, 226, 238, 253, 267, 312, 314,
Erdbogen 191, 200, 201, 202, 205,
Erd-Märgel 104,
Eselsrücken 280, siehe Spitzbogen
Esse 243, siehe Feuerstellen
Eylinie 309, siehe gedrückter Bogen
falsche Wölbung Kraggewölbe 122,
Fassgewölbe 313, siehe Tonnengewölbe
Fensterbrett 227,
Fensterbrüstung 227, siehe Brüstung
Fensterleibung 185, 186, siehe Maueröffnungen
Fensterpfeiler 183, 184, 186, 172, 180, 242, siehe Stütze

- Fensterschaft 183, siehe Fensterpfeiler
 Festigkeit 27, 31, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 66, 68, 70, 76, 85, 132, 133, 144, 150, 151, 155, 158, 160, 163, 168, 175, 176, 197, 200, 219, 233, 255, 317, 321, 340, 347,
 Festungsverband 108, siehe Stromschichten
 fischgrätige Verzahnung 119, siehe Wölbung auf den Schwalbenschwanz
 Flache Gewölbe 253, 271, 301, 338, 339, 348,
 flacher Bogen 311, siehe gedrückter Bogen und Segmentbogen
 Fladen 154, siehe Zopf
 Flechtungen 107, 108, 261,
 Fliegende Roste 199, siehe Holzgründungen
 französischen Decken 311, siehe gewölbte Decken
 freistehenden Mauer 166, 216,
 Froschmaul 318, siehe Kappen
 Füllmauer 162, 195, siehe Schalenmauerwerk
 Füllmund 207, siehe Unterbau
 Füllung 139, 159, 185, 187, 193, 208, 263, 274, 275,
 Füllwerk 144, 162, siehe Schalenmauerwerk
 Fundament 154, 199, 201, 202, 204, 316, siehe Unterbau
 Fuß 209, siehe Sockel
 Fußbank 208, siehe Unterbau
 Futter 94, 221, 238, siehe Maueröffnungen
 Futtermauer 162, 260, 263, siehe Schalenmauerwerk und Stützmauer
 Gangmauer 241, siehe Mittelwand
 Gebäude Sicherheit 163, siehe Standsicherheit
 gebogene Bühne 267, siehe Gewölbe
 gebrannter Kalkmergel 104,
 gebrochene Mauer 163, siehe Aussteifungen
 gedrehter Verband 108, siehe Stromschichten
 gedrückter Bogen 190, 224, 275, 281, 290, 295, 296, 309, 310, 311, 332,
 Geläuf 185, siehe Maueröffnungen
 gemischtes Mauerwerk 162, siehe Schalenmauerwerk
 geneigte Bogen 312, siehe nicht symmetrische Bogen
 gerade Gewölbe 311, siehe scheitrechtter Bogen
 geschalte Wand 88, 89, 144, 146, 148, 149, 151, 153, 222, 231, siehe gestampfte u. gegossene Wand- und Gewölbesysteme
 geschlossenes Kreuzgewölbe 337, siehe Klostergewölbe
 geschobene Bogen 305, 312, siehe nicht symmetrische Bogen
 gesenkte Brunnen 201, 202, 203, siehe Senkbrunnen
 Gesims 166, 167, 172, 212, 232, 233, 234, 235,
 gestampfte und gepresste Steine 88, ff.
 gestreckte Roste 199, siehe Holzgründungen
 gestreckter Kalkmörtel 104,
 getrocknete Leimenstücke 37,
 gewöhnliche Stichanker 172, siehe Anker
 Gewölbe à imperiale 340, siehe gewölbte Decken
 Gewölbe nach d'Espie 121, 341, 303, 339, 340, 341, siehe gewölbte Decken
 Gewölbeanlauf 303, 316,
 Gewölbedruck 272, 278, 286, 295, 328, 343, siehe Kräfte Gewölbe
 Gewölbefuß 292, siehe Widerlager
 Gewölbeline 279, 280, 286, 294, 309, 324, siehe Bogen und Gewölbeformen
 gewölbte Decke 47, 299, 350, 267, 299, siehe Gewölbe
 Giebdreieck 60, 172, 216, 217, 230, 231,
 Giebelwand /-mauer 180, 217, 230, 232, 242, 250, 251,
 gipshaltiger Kalk 104,
 Gipskalk 101,

- Gipsmörtel 30, 115, 121, 192, 208, 227, 239, 279, 322, 340, 341, 350, 351, 352,
 Gleichgewicht 163, 263, 268, 271, 282, 286, 287, 288, 295, siehe Standsicherheit
 Got(h)isches Gewölbe 280, 335, siehe Spitzbogen u. Kreuzgewölbe
 gotischer Verband 105, 109, 110, 137,
 Gratbogen 152, 309, 332, 333, siehe Kreuzgewölbe, Sterngewölbe
 Grate 120, 121, 269, 285, 301, 309, 320, 324, 326, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, siehe Kreuzgewölbe
 Graukalk 101,
 griechisches Mauerwerk 109, 162, siehe gotischer Verband und Schalenmauerwerk
 Grundbau 69, 207, siehe Unterbau
 Grundkästen 206, siehe Senkkasten
 Grundmauer 190, 196, 199, 206, 207, 216, siehe Unterbau
 Gründungen 17, 69, 144, 158, 237, 240,
 Gurt- oder Bandgesimse 232, siehe Gesims
 Gurt- und Kappengewölben 191, 318, 344, 345, 349, 350,
 Gussmauer 144, 151, 162, 198, siehe gestampfte u. gegossene Wand- und Gewölbesysteme und Schalenmauerwerke
 Gutschengewölbe 339, siehe gewölbte Decken
 halbe Welle 312, siehe Bogen- und Gewölbeformen, Tonnengewölbe
 Halbkreis oder Halbkreisbogen 204, 219, 222, 225, 268, 270, 271, 275, 279, 280, 284, 286, 287, 290, 294, 296, 299,
 301, 307, 312, 315, 316, 319, 323, 328, 330, 331, 333, 342, 343, , siehe Bogen- und Gewölbeformen, Ton-
 nengewölbe
 Halbkugel 284, 318, siehe Kuppeln
 hängende Bogen 311, siehe nicht symmetrische Bogen
 Haubengewölbe 336, siehe Klostersgewölbe
 Haupt- oder Kranzgesims 232, siehe Gesims
 Hauptbanquet 208, siehe Unterbau
 Hauptmauern 159, 164, 213, 216,
 Helm / Helmgewölbe 257, 318, 319, siehe Kuppeln u. Feuerstellen
 Hinterfüllungen 263, 274, 275, 303, siehe Widerlager
 Hinter-Mauer 217, (Fassade)
 Hintermauer 134, 264, 274, 275, 293, 296, 302, 315, 316, 322, 325, 337, 338, 339, 345, 347, siehe Widerlager
 hohe Ellipse 281, 308, siehe Ellipse u. Kettenlinie
 hohe Kante gestellte Ziegel 106, 107, 115, 255, siehe Rollschicht
 hohle Backsteine, hohle Steine, Hohlziegel, 70, 75, 80, 81, 82, 83, 128, 136, 168, 277, 320, 321, 324, 325, 330,
 335, 341, 349, 350, 351,
 hohle Halbkugel 318, 319, siehe Kuppeln
 hohle Töpfe 80, 324,
 Hohlmauerwerke 109, 110, 111, 136, 240,
 holländischer Verband 111, 112,
 Holzroste 198, 199, 200, 201, siehe Holzgründungen
 Horizontalkräfte 29, 46, 158, 164, 165, 192, 253, 272, 316, 329, siehe Kräfte, Gewölbe u. Mauern
 Hörner 317, siehe Kappen
 Hund[t]sche Baumethode / Hundsche Wellerwand 155, siehe Wellerwand
 Kalkmörtel 12, 87, 92, 93, 94, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 115, 116, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 133, 136, 140, 141, 142,
 148, 150, 151, 208, 239, 256, 279, 305, 316, 324, 326, 330, 347, 350,
 hydraulischer Mörtel 56, 87, 88, 96, 98, 99, 100, 102, 104, 124, 126, 127, 135, 150, 151, 205, 206, 351,
 Inkrustationen 135,
 Innenwand / innere Mauern 36, 49, 50, 75, 159, 163, 178, 180, 181, 183, 186, 192, 194, 209, 228, 237, 238, 239,
 siehe Innenwand
 inneren Wangen 255, siehe Brand- und Vorgelegemauern
 Kaimauer 80, 168, 204, 205, 206, siehe Stützmauer
 Kalk-Sand-Pisé 144, 145, 151, siehe gestampfte u. gegossene Wand- und Gewölbesysteme
 Kamin / Kaminröhre 85, 243, 251, 257, 258, Brand- und Vorgelegemauern
 Kämpfer, Kämpferlinie 90, 123, 225, 253, 333, 336, 339, 340, 344, 345,
 Kämpfziegel, Kamplage 108, siehe Stromschichten
 Kappen (Ohren)/ Kappengewölbe 30, 58, 60, 116, 118, 120, 191, 211, 248, 269, 292, 299, 300, 305, 310, 312, 317,
 321, 323, 325, 327, 330, 331, 333, 335, 336, 337, 340, 342, 343, 344, 345, 346, 348, 350,

Kastenmauern 110,
 Kauten siehe Zopf 154,
 Keilförmige Ziegel 79, 114, 191, 202,
 Keilstein, siehe Idealgewölbe 115, 270, 271, 286, 289, 295, 296,
 Kesselgewölbe oder Kessel siehe Kuppeln 318, 319,
 Kesselziegel 79, 119,
 Kettenbogen / Kettenlinie siehe Kettenlinie 269, 270, 274, 281, 282, 283, 284, 286, 287, 297, 303, 310, 319, 335,
 Kladstein 68,
 kleiner Bogen siehe gedrückter Bogen 308,
 Klinker 68, 69, 72, 92, 139, 213, 265,
 Klostersgewölbe 269, 300, 319, 325, 328, 336, 337, 339, 340, 341, 343, siehe Kreuzgewölbe
 Kluthen / Kluthsteine 84, siehe Lehmstein
 Knochengerüst 184, siehe konstruktive Systeme
 Knoten 154, 193,
 Knubben 154, siehe Zopf
 Kohäsion 122, 277, 279,
 Kohlenziegel 70,
 Kompositbauteile 80, 167, 227, 350,
 konstruktive Gerippe 184, siehe konstruktive Systeme
 Kopfstein / Kopfziegel 106, 107, 122, 145, 214, siehe Binder
 Korbogen / Korblinie 308, 316, siehe gedrückter Bogen
 Kottern 206, siehe Senkkasten
 Kränze 115, 121, 232, 238, 251, 317,
 Kreisstück 310, siehe Segmentbogen
 Kreuzgewölbe 118, 120, 123, 184, 191, 193, 320, 324, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338 siehe
 Klostersgewölbe
 Kreuzkappengewölbe 333, siehe Sterngewölbe
 Kreuzlage 108, siehe Stromschichten
 Kreuzrippengewölbe 285, siehe Sterngewölbe
 Kreuzverband 31, 76, 108, 112, 113, 114, 118, 120, 123, 131, 177, 213,
 kröpfte oder gekröpfte Bogen 308,
 krumme Linie 269, 280, 282, siehe Kettenlinie
 Küchenschornstein 245, 247, 257, siehe Feuerstellen
 Kuf / Kuffverband / Kufmauerung / Kuffengewölbe, Kufengewölbe 58, 117, 118, 120, 305, 312, 313,
 317, 330, 331, 337, 346, 347, siehe Tonnengewölbe, Wölbung auf den Kuf
 Kugel / Kugelgewölbe 268, 284, 299, 318, 322, 325, siehe Kuppeln
 Kuppel im viereckigen Raume 323, siehe Pendentifgewölbe/ Hängekuppel
 Kuppeln 121, 123, 152, 184, 193, 268, 269, 273, 274, 277, 281, 282, 283, 284, 285, 290, 298, 299, 300, 302, 303, 304, 317,
 318, 319, 320, 321, 322, 323, 337, 339, 341,
 Kutschengewölbe 339, siehe gewölbte Decken
 Kutten 257, siehe Feuerstellen
 Laim / Laimen / Leim / Leimen 96, 97,
 Langbünde 106, siehe Läufer
 Langmauer (Fassade) 217,
 Längsverband 106, siehe Läuferverband
 Latteybrett 226, 227, siehe Fensterbrett
 Läufer 83, 106, 107, 109, 110, 112, 133, 134, 135, 140, 161, 255,
 Läufer- oder Laufschrift / Läuferverband 105, 106, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 118, 120, 130, 131, 132, 137,
 147, 161, 168, 190, 255, 257, 313, 315, 318, 326, siehe Läuferverband
 Läufer- und Streckerverband 112,
 Lehen-Backsteine 84, siehe Lehmstein
 Lehm-Kalkmörtel 104,
 Lehmkluthen 84, siehe Lehmstein
 Lehmmörtel 96, 97, 104, 124, 126, 133, 140, 143, 208, 211, 239, 248, 249, 254, 256, 259,
 Lehmputzen 27, 33, 37, 38, 49, 52, 53, 84, 85, 86, 87, 88, 106, 124, 127, 129, 132, 158, 180, 187, 188, 254, 302, 303,

INDEX

Lehmstein 27, 28, 29, 34, 36, 37, 38, 53, 69, 84, 85, 86, 88, 89, 97, 124, 125, 127, 132, 133, 134, 135, 158, 180, 187, 230, 231, 239, 254, 255, 256, 257, 302, 303, 340,
Lehnung 164, siehe Mauerquerschnitt
Leichtlehmstein 84, 85, siehe Lehmpatzen
Leichtziegel 70, 71, 273, 274, 277, 322, 334, 341, 342,
Letten 96,
liegende Ringschichten 117, 121, 302,
liegende Roste 199, siehe Holzgründungen
Loriotschen Mörtel 103, 124,
Luftstein / Luftziegel 37, 84, 85, siehe Lehmstein
magerer Kalk 98, 99,
Mantel 257, siehe Feuerstellen
massiv / massive Wand 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 48, 49, 52, 53, 55, 63, 79, 157, 158, 180, 217, 240, 251,
massive Decken 268,
Mauerfestigkeit 110, 163, siehe Standsicherheit
Mauermörtel / Mauerspeise 92, 95, 98, 100, 102, 128, 167, 191,
Mauerquerschnitt 170, 174, 194, 207, 208, 211, 229, 246, 261, 262, 264,
Mauerrecht 164, siehe Mauerquerschnitt
Mauerstein 27, 63, 68, 77, 81, 93, 158,
Mauerwerk mit Röhren 81, 88, 110,
Mecklenburgische Wellerwand 133, siehe Wellerwand
mehrschaliges Mauerwerk 109, 110, 115, 133, 136, 137, 162, 213, 231, 234, 260, siehe Schalenmauerwerk
Mergelkalk 99, 151,
Methode du roussillon 338, siehe gewölbte Decken
Mittelschaft 183, siehe Fensterpfeiler
Mittelwand 55, 58, 164, 177, 180, 181, 182, 189, 191, 193, 228, 237, 239, 240, 241, 242, 249, 250, 251, 252, 259, 344,
siehe Innenwand
Mollersche Wölbung 117, siehe Wölbung mit stehenden und geneigten Ringschichten
Mooreisenstein 65,
Mörtelsteine 67, 84, 87, 88, 89, 123, 130, 230, 278, 284,
Muffelgewölbe 343, siehe Gurt- und Kappengewölbe
Mundziegel 68,
Nachmauerungen 274, siehe Widerlager
natürliche Wassermörtel 99,
Netzverband 108, siehe Stromschichten
neue Piséart 155, siehe Wellerwand
nicht tragende Mauern 159, 216, 239,
Oberbau 207, 216, siehe Unterbau
Oberschwell 222, siehe Sturz
oberste Wand eines Zimmers 267, siehe Gewölbe
Ochsenbogen 310, siehe Segmentbogen
Ochsenhorn 311, 317, siehe nicht symmetrische Bogen und Kappen
Ohren 58, 238, 317, siehe Kappen
ovale Linie 269, 308, siehe gedrückter Bogen
Pendentifgewölbe 274, 285, 322, 323, 324, 325, 326, 341,
Pfaffenkappelgewölbe 340, siehe gewölbte Decken
Pfahl-Balkenrost 200, siehe Holzgründungen
Pfahlrost 198, 200, 205, 206, 213, siehe Holzgründungen
Pfeiler 200, 203, 204, 205, 216, 222, 223, 229, 231, 242, 250, 251, 254, 257, 259, 262, 264, 285, 293, 304, 347, siehe Stütze
Pfeilergründung 200, 201, 203, 204, 205, 206,
Pfosten 183, siehe Stütze
Pfuhlwände 153, siehe Wellerwände
Pilaster 183, siehe Stütze
Pisésteine 84, 88, siehe gestampfte und gepresste Steine
Platzelgewölbe / preußisches Platzelgewölbe 327, siehe böhmische Kappe

Plinte (Plinthe) 209, siehe Sockel
 polnischer Verband 109, siehe gotischer Verband
 poröser Backstein 70, 124, siehe Leichziegel
 Presssteine / Pressziegel 84, 87, 88, 89, siehe Mörtelsteine und gestampfte und gepresste Steine
 preußische Gewölbe / Kappe 300, 327, 343, 344, siehe Kappengewölbe
 Quadrirte Kuppel 323, siehe Pendentifgewölbe/ Hängekuppel
 Quartier 79, 106, 111, 112, 113, 114, 116, 122, 131, 185, siehe Formate
 Querwände 171, 172, 180, 189, 194, 238, 239, 242, 243, 249, siehe Innenwand
 Rathenower Ziegel 69, 76, 78, 82,
 Rauchfang 257, 258, siehe Feuerstellen
 Rauchröhre, 26, 28, 244, 247, 248, siehe Brand- und Vorgelegemauern
 rautenförmiger Verband 119, siehe Wölbung auf den Schwalbenschwanz
 Rippen 152, 269, 285, 313, 318, 319, 321, 333, 334, siehe Sterngewölbe u. Kuppeln
 Rippengewölbe 152, 285, 334, siehe Sterngewölbe
 Rippwerk 110, 334,
 rohe Gewölbe 122,
 Röhrenmauer 243, siehe Brand- und Vorgelegemauern
 Rollager / Rollschicht 107, 115, 116, 132, 212, 214, 222, 227, 232, 261, 315, 325, siehe Rollschicht
 Roman-Cement 99, 150,
 römischer Bogen 312, siehe Bogen- und Gewölbeformen, Tonnengewölbe
 römischer Cement 99,
 Rückansicht (Fassade) 217,
 Satzmauern 274, siehe Widerlager
 Säule 64, 65, 80, 90, 158, 164, 175, 183, 184, 185, 188, 194, 219, 237, 311, 318, 329, 347, siehe Stütze
 Scarpe 164, siehe Mauerquerschnitt
 Schal- oder Formbau 151, siehe gestampfte u. gegossene Wand- und Gewölbesysteme
 Schalenmauerwerk 66, 67, 106, 109, 110, 113, 141, 142, 144, 161, 162, 187, 214, 264,
 Schälungsmauer 260, siehe Stützmauer
 Scheidemauer / Scheidewand 85, 159, 216, 239, siehe Innenwand
 scheidrechte Gewölbe / Bogen / Stürze 102, 168, 219, 220, 222, 223, 225, 226, 227, 269, 296, 298, 299, 307, 310,
 311, 350, siehe gewölbte Decken
 Scheidungen 159, 239, siehe Innenwand
 schiefer Druck / Kräfte 181, 272, siehe Kräfte
 Schildmauer 185, 260, 316, 323, 329, 345, siehe Stützmauer
 Schließen 172, 322, 329, siehe Anker
 Schlot / Schlotthimmel / Schlotröhre 243, 256, 257, siehe Feuerstellen Brand- und Vorgelegemauern
 Schlussstein 122, 123, 330, 341, siehe Idealgewölbe
 Schmiege 164, 185, 186, siehe Mauerquerschnitt
 Schmiegelage 108, siehe Stromschichten
 Schnellmörtel 99,
 Schornsteinverband 110, 255, 256,
 Schub 272, 273, 276, 277, 278, 279, 284, 285, 289, 300, 302, 310, 317, 319, 320, 322, 324, 327, 330, 337, 339, 347, 350,
 siehe Kräfte Gewölbe
 schwache Zargen 148, siehe Maueröffnungen
 Schwächen 275, siehe Bruchstellen
 Schwammstein 70,
 Schwellen 199, 203, 204, 227, 238, siehe Holzgründungen
 schwimmender Backstein 70,
 Segmentbogen 82, 117, 119, 120, 191, 192, 193, 219, 222, 253, 277, 280, 296, 299, 301, 304, 307, 310, 311, 313, 326,
 327, 336, 342, 344, 346, 347, 348, 350,
 Seiten- oder Giebelmauer (Fassade) 230,
 Seitenmauer 158, 193, 230, 236, siehe Aussteifungen
 Senkbrunnen 201, 202, 203, 204,
 Senkkasten 206,
 Senkschächte 201, siehe Senkbrunnen
 sicsac-artige Steinanordnung 119, siehe Wölbung auf den Schwalbenschwanz

INDEX

simple Kräfte 272, siehe Kräfte
Skarpmauern 260, siehe Stützmauer
Sockel 166, 207, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215,
Sohlbank 212, 227, 228,
Sparkalk 97, 99, 101, 103, 104, 115, 126, 140, 239,
Spitzbogen / Spitzgewölbe 191, 200, 252, 253, 261, 280, 281, 284, 286, 290, 295, 296, 299, 301, 302, 303, 307, 319,
328, 332, 333, siehe Spitzbogen
Spitzlage 108, siehe Stromschichten
Splintanker 172, 173, 192, siehe Anker
Spornmauer 274, 321, 339, siehe Aussteifungen, Stützmauern, gewölbte Decken, Widerlager
Stämpel-Arbeit 34,
Stampflehmsteine 84, 88, siehe gestampfte und gepresste Steine und Mörtelsteine
Stampfsteine 27, 84, 86, 88, 89, 90, 156, siehe gestampfte und gepresste Steine und Mörtelsteine
Ständer 183, siehe Stütze
Standicherheit 15, 21, 25, 33, 34, 41, 53, 66, 72, 85, 93, 110, 114, 123, 150, 184, 185, 186, 194, 197, 198, 219, 236, 237,
244, 251, 253, 254, 259, 260, 262, 263, 270, 272, 276, 283, 285, 292, 293, 297, 316, 329, 330, 332,
stehende Ringschichten 120,
stehender Rost 200, siehe Holzgründungen
steigende Bogen 311, siehe nicht symmetrische Bogen
Stein-Eisen-Decken 350, siehe gewölbte Decken
Steiner'sche Gewölbe 89, 302, 340, siehe gewölbte Decken
Stempelbau 144,
Sternlage / Stromlage 108, siehe Stromschichten
Stichbogengewölbe 310, 325, 343, siehe Kappengewölbe
Stichkappen 58, 89, 317, 337, siehe Kappen
Stirnmauer (Fassade) 193, 316, 325, siehe Aussteifungen
Stoßfuge 105, 112, 114, 118, 138, 140, 169,
Strebemäuerchen 274, siehe Aussteifungen, Stützmauern, gewölbte Decken
Strecker 106, siehe Binder
Streckerschicht 112, siehe Binderschicht
Stutzkuppel 323, 325, 326, 327, 341, 347, siehe Pendentifgewölbe/ Hängekuppel
Sumpfeisenstein 65,
Talüd 164, siehe Mauerquerschnitt
Tapetentüren 238,
Teilungsmauern 242, siehe Innenwand
Terrakotta 69, 80, 135,
Tonnengewölbe 30, 57, 58, 59, 117, 118, 120, 152, 201, 262, 264, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 327, 328,
335, 336, 337, 342, 343, 347,
tragende Stützen 159, 184, 192, 229,
Tragmauer 159, 240,
Trempe 235, siehe Drempe
Umfassungmauer 36, 130, 159, 163, 216, 217, 230,
umgedrehter Kessel 319, siehe Kuppeln
unregelmäßiger Verband 133, 139, 140,
UnterBäue 207, siehe Unterbau
Unterschwelle 227, siehe Sohlbank
unterstützende Pfeiler 158, 193, 262, 285, 301, 334, siehe Aussteifungen
Urhütte 175,
Urnen 80,
Vauban 293, 301,
verlorenes Steinwerk 163, siehe Senkkasten
vermisches Mauerwerk 151, siehe gestampfte u. gegossene Wand- und Gewölbesysteme
versenkte Brunnenmauerung 201, siehe Senkbrunnen
vertikale Kräfte 272, 286,
Verzwickelungen 114, 135, 141,
Viereckraster 184, siehe konstruktive Systeme

vierkappiges Sterngewölbe 333, siehe Sterngewölbe
 Vlechtingen / Vlechtwerken 107,
 voller Bogen / Vollzirkel-Tonnengewölbe 312, siehe Bogen- und Gewölbeformen, Tonnengewölbe
 Vorder- oder Frontenmauer (Fassade) 217, 260,
 Vorsetzmauer 260, siehe Stützmauer
 Walmgewölbe 336, siehe Klostersgewölbe
 Wandpfeiler 183, 187, 188, 195, siehe Stütze
 Weiherschwanz 119, siehe Wölbung auf den Schwalbenschwanz
 Welbbogen 222, siehe Entlastungsbogen
 Welger 153, siehe Wellerwände siehe Zopf
 Wellerarbeit / Wellerbau 63, 153, 156, siehe Wellerwände
 wendischer Verband 109, siehe gotischer Verband
 Widerlager-Mauern 292, siehe Widerlager
 Wiener Kugelgewölbe 327, siehe böhmische Kappe
 Wieseneisenstein 65,
 Wölbansatz 123,
 Wölbung auf den Kuf 118,
 Wölbung auf den Schwalbenschwanz 119,
 Wölbung mit geneigten Ringschichten 117,
 Wölbung mit Kragsschichten 122,
 Wölbung mit stehenden Ringschichten 116,
 Wölbung nach dem Zirkel 310, 312, siehe Bogen- und Gewölbeformen, Tonnengewölbe
 Wölbungslinie 280, 290, 311, 312, siehe Bogen und Gewölbeformen
 Wölbziegel 79,
 Zement 92, 99, 102, 103,
 Zocke 209, siehe Sockel
 Zopf 154, 155, siehe Wellerwände
 Zungen 248, 255, siehe Brand- und Vorgelegemauern
 zusammengesetzte Mauer 110,
 Zwischenfelder 185, 192, 231, siehe Raumbegrenzung
 Zyklopenmauerwerk 134,

